Japan Patent Office

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application:	January 17, 2003
Application Number:	Japanese Patent Application No.2003-009186
[ST.10/C]:	[JP2003-009186]
Applicant(s):	RICOH COMPANY, LTD.

December 18, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office Yasuo Imai (Seal)

Certificate No.2003-3105093

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００３年　１月１７日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００３－００９１８６

[ST. 10/C]: ［ＪＰ２００３－００９１８６］

出 願 人
Applicant(s): 株式会社リコー

２００３年１２月１８日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号　出証特２００３－３１０５０９３

【書類名】　特許願
【整理番号】　0209931
【提出日】　平成15年 1月17日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　H01J　9/02
【発明の名称】　液滴噴射製造装置及びその溶液ならびに製作される基板
【請求項の数】　8
【発明者】
　【住所又は居所】　東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
　【氏名】　関谷　卓朗
【特許出願人】
　【識別番号】　000006747
　【氏名又は名称】　株式会社リコー
　【代表者】　桜井　正光
【代理人】
　【識別番号】　100079843
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　高野　明近
【選任した代理人】
　【識別番号】　100112313
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　岩野　進
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　014465
　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　明細書　1
　【物件名】　図面　1
　【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9904834

【プルーフの要否】　　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　液滴噴射製造装置及びその溶液ならびに製作される基板

【特許請求の範囲】

【請求項１】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置において、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであるとともに、該微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とし、前記噴射ヘッドは、機械的変位による作用力で前記液滴を噴射させ、液滴飛翔時の滴の形状を、前記基板面に付着する直前にほぼ丸い滴にする、もしくは飛翔方向に伸びた柱状であってその直径の３倍以内の長さにし、飛翔滴後方に複数の微小な滴を伴わないようにした液滴噴射製造装置であって、前記吐出口は、前記微粒子含有溶液中の微粒子より硬い材質よりなる基板に形成された開口であることを特徴とする液滴噴射製造装置。

【請求項２】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置において、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであるとともに、該微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とし、前記噴射ヘッドは、機械的変位による作用力で前記液滴を噴射させ、飛翔距離を３ｍｍ以内にするとともに、該液滴は、前記基板と前記噴射ヘッドとの相対移動速度より速い噴射速度で噴射させる液滴噴射製造装置であって、前記吐出口は、前記微粒子含有溶液中の微粒子より硬い材質よりなる基板に形成された開口であることを特徴とする液滴噴射製造装置。

【請求項３】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって

機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とする微粒子含有溶液。

【請求項４】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とする微粒子含有溶液。

【請求項５】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたパターン配線基板において、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とするパターン配線基板。

【請求項６】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたパターン配線基板において、前記パターン中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとすると

き、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とするパターン配線基板。

【請求項７】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたデバイス基板において、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とするデバイス基板。

【請求項８】　基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたデバイス基板において、前記パターン中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であることを特徴とするデバイス基板。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、吐出装置を用いて微粒子含有材料を噴射させ、パターン形成を行い、配線基板、あるいは機能デバイスを形成する装置およびそれに使用する材料ならびにその装置によって形成されるパターン基板あるいは機能デバイス基板に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、微細な微粒子／超微粒子を用いた発光素子／媒体および光プロセシング素子／媒体等の各種素子が研究されている。このような微粒子の素子への応用のためには、固体基板上への微粒子含有材料の膜もしくは層の堆積によって得られる高密度集積が重要である。この微粒子が高密度に集積した薄膜は、具体的には非特許文献１、非特許文献２、非特許文献３、非特許文献４、非特許文献５、非特許文献６等への応用が報告されている。

【０００３】

一方、配向性の優れた無機化合物薄膜の形成方法として、分子線エピタキシー法（ＭＢＥ）、クラスターイオンビーム法、イオンビーム照射真空蒸着法、化学気相成長法（ＣＶＤ）、物理気相成長法（ＰＶＤ）、液相エピタキシー法（ＬＰＥ）等が知られている。また有機化合物薄膜の形成方法として、ラングミュア・ブロジェット法（ＬＢ法）等が知られている。一般に量子ドットと呼ばれるものは、前記したＭＢＥ法などの真空装置を用いて高真空中で昇華させた原料物質が固体基板上で自己組織的にドットを形成する過程を利用して作製することができる。

【０００４】

しかしながら上記のような方法ではドット間の距離の制御やサイズ分布の制御は困難であり、所望の構造に制御するためには多大なコストがかかるという問題がある。そこでこのような問題を解決できる技術として、インクジェット原理、すなわち液体噴射ヘッドによって、微粒子含有材料の膜を形成することが提案されている。たとえば特許文献１には、ナノ粒子を含有するエマルションを固体基板上にインクジェットコーティングし、フォトルミネッセンス強度を励起光の照射時間もしくは照射量の関数として増加あるいは増加及び記憶させることができる機能を有する超微粒子（ナノ粒子）の集合体からなる薄膜を固体基板上に形成する方法が提案されている。

【０００５】

また同様の原理をこのような機能性素子の他に、回路基板製作に応用しようという研究もなされている。たとえば、従来から、回路基板の製造方法として、次のような方法が知られている。

（１）銅張り積層板上に、レジストを被覆し、フォトリソグフィ法により、回路パターンの露光、未露光レジストの溶解除去、レジスト除去部のエッチングにより銅線パターンを形成する方法。

（２）セラミックス基板上にスクリーン印刷により導電ペーストを所望の回路パターンに印刷し、非酸化雰囲気中で熱処理して導電ペースト中の金属微粒子を焼結して導電パターンを形成する方法。

（３）絶縁基板上に、導電金属の蒸着により薄膜の導電層を形成し、この導電層上に、レジストを被覆し、フォトリソグフィ法により、回路パターンの露光、未露光レジストの溶解除去、レジスト除去部のエッチングにより銅線パターンを形成する方法。

【０００６】

しかしながら、これらの方法はファインパターンの形成には不向きであるという問題があるため、たとえば特許文献２には、基体上に、インクジェットヘッドを用いて、金属ペーストにより直接回路パターンを描画するようにし、ファインパターンの形成が容易で、廃液処理の必要がなく、生産工程が単純で設備費や生産コストが少なくて済む配線パターンの形成方法および回路基板の製造方法が提案されている。

【０００７】

一方、本発明者も先に、インクジェット原理を利用して、電子源基板製造を行う発明を特許文献３として提案している。

このようにインクジェット原理を利用したこのような提案が種々行われ始めているが、このような手段で各種デバイス、あるいはパターン基板を製作しようという考えはまだ新しく、より具体的な方法についてはまだ未知の部分が多く、手探り状態にあるのが実情である。

【０００８】

【特許文献１】

特開２０００－１２６６８１号公報

【特許文献２】

特開２００２－１３４８７８号公報

【特許文献３】

特開２００１－３１９５６７号公報

【０００９】

【非特許文献１】

発光素子（ＬＥＤ）（Alivisatos et al.）

【非特許文献２】

光電変換素子（Greenham、N. C., et al., Phys. Rev. B, 54,17628 (1996)）

【非特許文献３】

超高速ディテクター（Bhargava）

【非特許文献４】

エレクトロルミネッセンス・ディスプレイおよびパネル（Bhargava, Alivisatos et al.）

【非特許文献５】

ナノ構造メモリ素子（Chen et al.）

【非特許文献６】

ナノ粒子配列からなる多色デバイス（Dushkin et al.）

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、その第１の目的は、高品質かつ高精度なパターン配線基板あるいはデバイス基板を製造するための新規な液滴噴射製造装置を提供することにある。

【００１１】

また第２の目的は、高品質かつ高精度なパターン配線基板あるいはデバイス基板を製造するための他の構成の液滴噴射製造装置を提供することにある。

【００１２】

さらに第３の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液を提供することにある。

【００１３】

また第４の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置に使用するより信頼性の高い微粒子含有溶液を提供することにある。

【００１４】

さらに第５の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置によって製作される高精度かつ高品質な機能を付与されたパターン配線基板を提供することにある。

【００１５】

また第６の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置によって製作されるより高精度かつ高品質な機能を付与されたパターン配線基板を提供することにある。

【００１６】

さらに第７の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置によって製作される高精度かつ高品質な機能を付与されたデバイス基板を提供することにある。

【００１７】

また第８の目的は、上記のような新規な構成の液滴噴射製造装置によって製作されるより高精度かつ高品質な機能を付与されたデバイス基板を提供することにある。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記目的を達成するために第１に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置において、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであるとともに、該微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とし、前記噴射ヘッドは、機械的変位による作用力で前記液滴を噴射させ、液滴飛翔時の滴の形状を、前記基板面に付着する直前にほぼ

丸い滴にする、もしくは飛翔方向に伸びた柱状であってその直径の３倍以内の長さにし、飛翔滴後方に複数の微小な滴を伴わないようにした液滴噴射製造装置であって、前記吐出口は、前記微粒子含有溶液中の微粒子より硬い材質よりなる基板に形成された開口であるようにした。

【００１９】

また第２に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置において、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであるとともに、該微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とし、前記噴射ヘッドは、機械的変位による作用力で前記液滴を噴射させ、飛翔距離を３ｍｍ以内にするとともに、該液滴は、前記基板と前記噴射ヘッドとの相対移動速度より速い噴射速度で噴射させる液滴噴射製造装置であって、前記吐出口は、前記微粒子含有溶液中の微粒子より硬い材質よりなる基板に形成された開口であるようにした。

【００２０】

さらに第３に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２１】

また第４に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上な

らびに電極領域にパターンを形成し、付与後の液滴パターン中の揮発成分を揮発させ、固形分を前記基板上ならびに電極領域上に残留させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２２】

さらに第５に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたパターン配線基板において、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２３】

また第６に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたパターン配線基板において、前記パターン中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２４】

さらに第７に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたデバイス基板において

、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２５】

また第８に、基板上に、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって機械的変位による作用力で微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、前記基板上ならびに電極領域にパターンを形成し、パターン配線あるいはデバイスを形成する液滴噴射製造装置によって製作される機能を付与されたデバイス基板において、前記パターン中の微粒子の大きさをＤｐ、前記吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とするとともに、前記パターン中の微粒子は、前記基板の前記パターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさであり、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料であるようにした。

【００２６】

【発明の実施の形態】

図１は、ガラス基板、プラスチック基板、Ｓｉ等の半導体基板、ガラス・エポキシ基板、フレキシブル基板等に本発明の手法によってパターンを形成する例を示している。図１（Ａ）は、このような基板１０上に端子２、３が形成されている状態を示し、図の点線部１′は後述のような配線パターン１が生成される領域である。図１（Ｂ）は、微細な導電性微粒子を含有する溶液を、液滴噴射原理によって、噴射、描画して、配線パターンを形成した例である。

ここで、微細な導電性微粒子を含有した溶液を付与する手段として本発明では、インクジェットの技術が適用される。以下にその具体的方法を説明する。

【００２７】

図２は、本発明のパターン配線基板、あるいは機能デバイスを形成する製造装置の一実施例を説明するための図で、図中、１１は吐出ヘッドユニット（噴射ヘッド）、１２はキャリッジ、１３は基板保持台、１４は配線基板や機能性素子基板等の基板、あるいは機能デバイスを形成する基板、１５は微細な導電性微粒子を含有する溶液の供給チューブ、１６は信号供給ケーブル、１７は噴射ヘッドコントロールボックス（溶液タンク含む）、１８はキャリッジ１２のＸ方向スキャ

ンモータ、１９はキャリッジ１２のＹ方向スキャンモータ、２０はコンピュータ、２１はコントロールボックス、２２（22_{X1}、22_{Y1}、22_{X2}、22_{Y2}）は基板位置決め／保持手段である。この場合は、基板保持台１３に置かれた基板１４の前面を噴射ヘッド１１がキャリッジ走査により移動し、微細な導電性微粒子を含有する溶液を噴射付与する例である。

【００２８】

図３は本発明のパターン配線基板の製造、あるいは機能デバイス形成に適用される液滴付与装置の構成を示す概略図で、図４は図３の液滴付与装置の吐出ヘッドユニットの要部概略構成図である。

図３の構成は図２の構成と異なり、基板１４側を移動させて配線パターン、あるいは機能デバイスを基板に形成するものである。図３及び図４において、３１はヘッドアライメント制御機構、３２は検出光学系、３３は噴射ヘッド、３４はヘッドアライメント微動機構、３５は制御用コンピュータ、３６は画像識別機構、３７はＸＹ方向走査機構、３８は位置検出機構、３９は位置補正制御機構、４０は噴射ヘッド駆動・制御機構、４１は光軸、４２は素子電極、４３は液滴、４４は液滴着弾位置である。

吐出ヘッドユニット１１の液滴付与装置（噴射ヘッド３３）としては、任意の液滴を定量吐出できるものであればいかなる機構でも良く、特に０．１ｐｌ～数１００ｐｌ程度の液滴を形成できるインクジェット原理の機構が望ましい。

【００２９】

インクジェット方式としては、たとえば米国特許第３６８３２１２号明細書に開示されている方式（Ｚｏｌｔａｎ方式）、米国特許第３７４７１２０号明細書に開示されている方式（Ｓｔｅｍｍｅ方式）、米国特許第３９４６３９８号明細書に開示されている方式（Ｋｙｓｅｒ方式）のようにピエゾ振動素子に、電気的信号を印加し、この電気的信号をピエゾ振動素子の機械的振動に変え、該機械的振動に従って微細なノズルから液滴を吐出飛翔させるものがあり、通常、総称してドロップオンデマンド方式と呼ばれている。

他の方式として、米国特許第３５９６２７５号明細書、米国特許第３２９８０３０号明細書等に開示されている方式（Ｓｗｅｅｔ方式）がある。これは連続振

動発生法によって帯電量の制御された記録液体の小滴を発生させ、この発生された帯電量の制御された小滴を、一様の電界が掛けられている偏向電極間を飛翔させることで、記録部材上に記録を行うものであり、通常、連続流方式、あるいは荷電制御方式と呼ばれている。

さらに他の方式として、特公昭５６－９４２９号公報に開示されている方式がある。これは液体中で気泡を発生せしめ、その気泡の作用力により微細なノズルから液滴を吐出飛翔させるものであり、サーマルインクジェット方式、あるいはバブルジェット（Ｒ）方式と呼ばれている。

【００３０】

このように液滴を噴射する方式は、ドロップオンデマンド方式、連続流方式、サーマルインクジェット方式等あるが、必要に応じて適宜その方式を選べばよい。

【００３１】

本発明ではこのようなパターン配線基板、あるいは機能デバイスを形成する製造装置（図２）において、基板１４はこの装置の基板位置決め／保持手段２２によってその保持位置を調整して決められる。図２では簡略化しているが、基板位置決め／保持手段２２は基板１４の各辺に当接されるとともに、Ｘ方向およびそれに直交するＹ方向にサブミクロンオーダーで微調整できるようになっているとともに、噴射ヘッドコントロールボックス１７、コンピュータ２０、コントロールボックス２１等と接続され、その位置決め情報および微調整変位情報等と、液滴付与の位置情報、タイミング等は、たえずフィードバックできるようになっている。

【００３２】

さらに本発明のパターン配線基板、あるいは機能デバイスを形成する製造装置では、Ｘ、Ｙ方向の位置調整機構の他に図示しない（基板１４の下に位置するために見えない）、回転位置調整機構を有している。これに関連して先に本発明のパターン配線基板、あるいは機能デバイス形成基板の形状および形成される機能デバイス群の配列等に関して説明する。

【００３３】

本発明のパターン配線基板、あるいは機能デバイス形成基板は、その目的、用途に応じて、ガラス基板、セラミックス基板、ＰＥＴを始めとする各種プラスチック基板、Ｓｉ等の半導体基板、ガラス・エポキシ基板、ポリイミドフィルム、ポリアミドイミドフィルム、ポリアミドフィルム、ポリエステルフィルム等の高分子フィルムよりなるフレキシブル基板等が好適に用いられる。たとえば各種プラスチック基板や高分子フィルムは軽量化が要求されるパターン配線基板、あるいは機能デバイスに効果的である。

【００３４】

本発明のパターン配線基板、あるいは機能デバイス形成基板に使用する各種プラスチック基板や高分子フィルの形状は、このような基板を経済的に生産、供給する、あるいは最終的に製作される機能デバイス形成基板の用途から、矩形である。つまり、その矩形形状を構成する縦２辺、横２辺はそれぞれ、縦２辺が互いに平行、横２辺が互いに平行であり、かつ縦横の辺は直角をなすような基板である。

【００３５】

このような基板に対して本発明では、形成される機能デバイス群をマトリックス状に配列し、このマトリックスの互いに直交する２方向が、この基板の縦方向の辺あるいは横方向の辺の方向と平行であるように機能デバイス群を配列する。このように機能デバイス群をマトリックス状に配列する理由および、基板の縦横の辺をそのマトリックスの直交する２方向と平行になるようにする理由を以下に述べる。

【００３６】

図２あるいは図３に示したように、本発明では、最初に基板１４と吐出ヘッドユニット１１の溶液噴射口面の位置関係が決められた後は、特に位置制御を行うことはない。つまり、吐出ヘッドユニット１１は基板１４に対して一定の距離を保ちながら機能デバイス群の形成面に対して平行にＸ、Ｙ方向の相対移動を行いつつ、上記溶液の噴射を行う。つまりこのＸ方向及びＹ方向は互いに直交する２方向であり、基板の位置決めを行う際に、基板の縦辺あるいは横辺をそのＹ方向あるいはＸ方向と平行になるようにしておけば、形成される機能デバイス群もそ

のマトリックス状配列の２方向がそれぞれ平行であるため、相対移動を行いつつ噴射する機構のみで高精度のデバイス群形成を行うことができる。言い換えるならば、本発明のような基板形状、機能デバイス群のマトリックス状配列、直交するＸ、Ｙの２方向の相対移動装置にすれば、デバイス形成の液滴噴射を行う前の基板の位置決めを正確に行えば、高精度な機能デバイス群のマトリックス状配列が得られるということである。

【００３７】

ここで、先ほどの回転位置調整機構に戻って説明する。前述のように本発明では、デバイス形成の液滴噴射を行う前の基板の位置決めを正確に行い、ＸおよびＹ方向の相対移動のみを行い、他の制御を行わず、高精度な機能デバイス群のマトリックス状配列を得ようというものである。その際問題となるのは、最初に基板の位置決めを行う際の回転方向（Ｘ、Ｙの２方向で決定される平面に対して垂直方向の軸に対する回転方向）のズレである。

【００３８】

この回転方向のズレを補正するために本発明では、前述のように図示しない（基板１４の下に位置して見えない）、回転位置調整機構を有している。これにより回転方向のズレも補正し、基板の辺を位置決めすると、本発明の装置では、ＸおよびＹ方向のみの相対移動で、高精度な機能デバイス群のマトリックス状配列が得られる。

【００３９】

以上はこの回転位置調整機構を、図２の基板位置決め／保持手段で２２（22_{X1}、22_{Y1}、22_{X2}、22_{Y2}）とは別物の機構として説明した（基板１４の下に位置して見えない）が、基板位置決め／保持手段２２に回転位置調整機構を持たせることも可能である。例えば、基板位置決め／保持手段２２は、基板１４の辺に当接され、基板位置決め／保持手段２２全体が、Ｘ方向あるいはＹ方向に位置を調整できるようになっているが、基板位置決め／保持手段２２の基板１４の辺に当接される部分において、距離をおいて設けられた２本のネジが独立に動くようにしておけば、角度調整が可能である。なお、この回転位置制御情報も上記のＸ、Ｙ方向の位置決め情報および微調整変位情報等と同様に噴射ヘッドコントロ

ールボックス１７、コンピュータ２０、コントロールボックス２１等と接続され、液滴付与の位置情報、タイミング等が、たえずフィードバックできるようになっている。

【００４０】

以上の説明は、本発明に好適に使用される基板が、基本的に矩形形状であるということを前提としたものであるが、例外としてＳｉ等の半導体基板は丸いウエハとして供給されるので、その場合は、結晶方位軸の方向を示すオリフラ（オリエンテーションフラット）と呼ばれる直線状の１辺を上記基板位置決め／保持手段２２に当接させればよい。

【００４１】

次に本発明の位置決めの他の手段、構成について説明する。上記の説明は基板位置決め／保持手段２２は、基板１４の辺に当接され、基板位置決め／保持手段２２全体が、Ｘ方向あるいはＹ方向に位置を調整できるようにしたものであるが、ここでは、基板１４の辺ではなく、基板上に互いに直交する２方向に帯状パターンを設けるようにした例について説明する。前述のように本発明では基板上に機能デバイス群をマトリックス状に配列して形成されるが、ここでは、前記のような互いに直交する２方向の帯状パターンをこのマトリックスの互いに直交する２方向と平行になるように形成しておく。このようなパターンは、基板上にフォトファブリケーション技術によって容易に形成できる。

【００４２】

本発明は、マトリックス状に配列された多数の機能デバイス群を形成する場合の他に、図１に示したような配線パターンを形成する場合にも適用されるが、このような配線パターンも、この例のように直交する２方向に形成し、それが、それぞれ基板の縦、横方向（Ｘ方向、Ｙ方向）に平行になるように形成する。この配線パターンは、本発明の基板の本来の機能を阻害しない位置に、このような位置決めの目的のためのパターンとして形成してもよいし、また、素子電極４２（図４）や、各デバイスのＸ方向配線やＹ方向配線等の配線パターンを本発明の互いに直交する２方向の帯状パターンとみなしてもよい。このような帯状パターンを設けておけば、図４で後述するような、ＣＣＤカメラとレンズとを用いた検出

光学系３２によってパターン検出ができ、位置調整にフィードバックできる。

【００４３】

次に上記Ｘ、Ｙ方向に対して垂直方向であるＺ方向であるが、本発明では、最初に基板１４と吐出ヘッドユニット１１の溶液噴射口面の位置関係が決められた後は、特に位置制御を行うことはない。つまり、吐出ヘッドユニット１１は基板１４に対して一定の距離を保ちながらＸ、Ｙ方向の相対移動を行いつつ、微細な導電性微粒子を含有する溶液の噴射を行うが、その噴射時には、吐出ヘッドユニット１１のＺ方向の位置制御は特に行わない。その理由は、噴射時にその制御を行うと、機構、制御システム等が複雑になるだけではなく、基板１４への液滴付与による機能デバイスの形成が遅くなり、生産性が著しく低下するからである。

【００４４】

かわりに本発明では基板１４の平面度やその基板１４を保持する部分の装置の平面度、さらに吐出ヘッドユニット１１をＸ、Ｙ方向に相対移動を行わせるキャリッジ機構等の精度を高めるようにすることで、噴射時のＺ方向制御を行わず、吐出ヘッドユニット１１と基板１４のＸ、Ｙ方向の相対移動を高速で行い、生産性を高めている。一例をあげると、本発明の溶液付与時（噴射時）における基板１４と吐出ヘッドユニット１１の溶液噴射口面の距離の変動は５ｍｍ以下におさえられている（基板１４のサイズが１００ｍｍ×１００ｍｍ以上、４０００ｍｍ×４０００ｍｍ以下の場合で）。

【００４５】

なお、通常Ｘ、Ｙ方向の２方向で決まる平面は水平（鉛直方向に対して垂直な面）に維持されるように装置構成されるが、基板１４が小さい場合（例えば５００ｍｍ×５００ｍｍ以下の場合）には必ずしもＸ、Ｙ方向の２方向で決まる平面を水平にする必要はなく、その装置にとってもっとも効率的な基板１４の配置の位置関係になるようにすればよい。

【００４６】

次に図４により吐出ヘッドユニット１１の構成を説明する。図４において、３２は基板１４上の画像情報を取り込む検出光学系であり、液滴４３を吐出させる噴射ヘッド３３に近接し、検出光学系３２の光軸４１および焦点位置と、噴射ヘ

ッド３３による液滴４３の着弾位置４４とが一致するよう配置されている。

【００４７】

この場合、図３に示す検出光学系３２と噴射ヘッド３３との位置関係はヘッドアライメント微動機構３４とヘッドアライメント制御機構３１により精密に調整できるようになっている。また、検出光学系３２には、ＣＣＤカメラとレンズとを用いている。

【００４８】

図３において、３６は先の検出光学系３２で取り込まれた画像情報を識別する画像識別機構であり、画像のコントラストを２値化し、２値化した特定コントラスト部分の重心位置を算出する機能を有したものである。具体的には（株）キーエンス製の高精度画像認識装置、ＶＸ－４２１０を用いることができる。これによって得られた画像情報に機能性素子基板１４上における位置情報を与える手段が位置検出機構３８である。これには、ＸＹ方向走査機構３７に設けられたリニアエンコーダ等の測長器を利用することができる。また、これらの画像情報と機能性素子基板１４上での位置情報をもとに、位置補正を行うのが位置補正制御機構３９であり、この機構によりＸＹ方向走査機構３７の動きに補正が加えられる。また、噴射ヘッド制御・駆動機構４０によって噴射ヘッド３３が駆動され、液滴が機能性素子基板１４上に付与される。これまで述べた各制御機構は、制御用コンピュータ３５により集中制御される。

【００４９】

ところで、図４で液滴が基板面に斜めに噴射する図を示したが、これは検出光学系３２と、噴射ヘッド３３を併せて図示するためにこのように液滴が斜めに飛翔している図としたが、実際には基板に対してほぼ垂直に当たるように噴射付与するようにする。

【００５０】

なお、以上の説明は、吐出ヘッドユニット１１は固定で、機能性素子基板１４がＸＹ方向走査機構３７により任意の位置に移動することで吐出ヘッドユニット１１と機能性素子基板１４との相対移動を実現しているが、図２のように、機能性素子基板１４を固定とし、吐出ヘッドユニット１１がＸＹ方向に走査するよう

な構成としてもよいことはいうまでもない。特に２００ｍｍ×２００ｍｍ程度の中型基板～２０００ｍｍ×２０００ｍｍあるいはそれ以上の大型基板の製作に適用する場合には、後者のように機能性素子基板１４を固定とし、吐出ヘッドユニット１１が直交するＸ、Ｙの２方向に走査するようにし、溶液の液滴の付与をこのような直交する２方向に順次行うようにする構成としたほうがよい。

【００５１】

また、基板サイズが２００ｍｍ×２００ｍｍ程度以下の場合には、液滴付与のための吐出ヘッドユニットを２００ｍｍの範囲をカバーできるラージアレイマルチノズルタイプとし、吐出ヘッドユニットと基板の相対移動を直交する２方向（Ｘ方向、Ｙ方向）に行うことなく、１方向のみ（例えばＸ方向のみ）に相対移動させて行うことも可能であり、量産性も高くすることができるが、基板サイズが２００ｍｍ×２００ｍｍ以上の場合には、そのような２００ｍｍの範囲をカバーできるラージアレイマルチノズルタイプの吐出ヘッドユニットを製作することは技術的／コスト的に実現困難であり、本発明のように吐出ヘッドユニット１１が直交するＸ、Ｙの２方向に走査するようにし、溶液の液滴の付与をこのような直交する２方向に順次行うようにする構成としたほうがよい。

【００５２】

特に最終的な基板としては、２００ｍｍ×２００ｍｍより小さいものを製作する場合であっても、大きな基板から複数個取りして製作するような場合には、その元の基板は、４００ｍｍ×４００ｍｍ～２０００ｍｍ×２０００ｍｍあるいはそれ以上のものを使用することになるので、吐出ヘッドユニット１１が直交するＸ、Ｙの２方向に走査するようにし、溶液の液滴の付与をこのような直交する２方向に順次行うようにする構成としたほうがよい。

【００５３】

液滴４３の材料には、微細な導電性微粒子を含有した溶液が使用され、たとえば、Ａｕ、Ｐｔ、Ａｇ、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｃｒ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｚｎ、Ｃｏ、Ｍｏ、Ｒｕ、Ｗ、Ｏｓ、Ｉｒ、Ｆｅ、Ｍｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｇａ、Ｉｎ等の金属微粒子を含有した溶液が好適に使用される。

特に、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕのような金属微粒子を用いると、電気抵抗が低く、か

つ腐食に強い微細回路パターンを形成することができる。

【００５４】

本発明において、このような微細な導電性微粒子を含有した溶液は、水性系溶液と油性系溶液がある。

このような微細な導電性微粒子を、水を主体とする分散媒に分散せしめてなる水性系溶液は、例えば、次のような方法で調整することができる。

【００５５】

すなわち、塩化金酸や硝酸銀のような金属イオンソース水溶液に水溶性の重合体を溶解させ、撹拌しながらジメチルアミノエタノールのようなアルカノールアミンを添加する。数１０秒～数分で金属イオンが還元され、平均粒径０．５μｍ（５００ｎｍ）以下の金属微粒子が析出する。塩素イオンや硝酸イオンを限外ろ過などの方法で除去した後、濃縮・乾燥することにより濃厚な導電性微粒子含有溶液が得られる。この導電性微粒子含有溶液は、水やアルコール系溶媒、テトラエトキシシランやトリエトキシシランのようなゾルゲルプロセス用バインダーに安定に溶解・混合することが可能である。

【００５６】

微細な導電性微粒子を油を主体とする分散媒に分散せしめてなる油性系溶液は、例えば、次のような方法で調整することができる。

すなわち、油溶解性のポリマーをアセトンのような水混和性有機溶媒に溶解させ、この溶液を金属イオンソース水溶液と混合する。混合物は不均一系であるが、これを撹拌しながらアルカノールアミンを添加すると金属微粒子は重合体中に分散した形で油相側に析出してくる。これを濃縮・乾燥させると水性系と同様の濃厚な導電性微粒子含有溶液が得られる。この導電性微粒子含有溶液は、芳香族系、ケトン系、エステル系などの溶媒やポリエステル、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリウレタン樹脂等に安定に溶解・混合することが可能である。

導電性微粒子含有溶液の分散媒中における導電性微粒子の濃度は、最大８０重量％とすることが可能であるが、用途に応じて適宜稀釈して使用する。

【００５７】

通常、導電性微粒子含有溶液における導電性微粒子の含有量は２～５０重量％

、界面活性剤および樹脂の含有量は０．３～３０重量％、粘度は３～３０センチポイズが適当である。

いずれの材料においても、本発明は溶液中の揮発成分を揮発させ、固形分を基板上に残留させることによってパターン配線形成、あるいは機能デバイス形成を行うものである。この固形物がそれぞれのパターンあるいはデバイスの機能を発生させるものであり、溶媒（揮発成分）はインクジェット原理で液滴を噴射付与するための手段（ｖｅｈｉｃｌｅ）である。

【００５８】

液滴４３の材料として他には、たとえば、ＣｕＣｌ等のI-VII族化合物半導体、ＣｄＳ、ＣｄＳｅ等のII-VI族化合物半導体、ＩｎＡｓ等のIII-V族化合物半導体、及びIV族半導体のような半導体結晶、TiO_2、ＳｉＯ、SiO_2等の金属酸化物、蛍光体、フラーレン、デンドリマー等の無機化合物、フタロシアニン、アゾ化合物等の有機化合物からなるもの、またはそれらの複合材料等のナノ粒子を含有した溶液があげられる。

【００５９】

本発明において対象となるナノ粒子としては、通常、粒径が０．０００５～０．２μｍ（０．５～２００ｎｍ）、好ましくは０．０００５～０．０５μｍ（０．５～５０ｎｍ）の微粒子があげられるが、より厳密には、溶液製造上の微粒子分散安定性や、後述する噴射時の目詰まり発生、さらにはパターン形成される基板の表面粗さなどを考慮して決められる。

なお、本発明の目的を損なわない範囲で、これらナノ粒子の表面を化学的あるいは物理的に修飾しても良く、また界面活性剤や分散安定剤や酸化防止剤などの添加剤を加えても良い。このようなナノ粒子はコロイド化学的な手法、例えば逆ミセル法（Lianos, P.et al., Chem. Phys. Lett., 125, 299 (1986)）やホットソープ法（Peng, X. et al., J. Am. Chem. Soc., 119, 7019 (1997)）によって合成することができる。

【００６０】

本発明に好適に使用できるナノ粒子含有溶液は、上記ナノ粒子を連続相が水相であり分散相が油相であるエマルション（Ｏ／Ｗエマルション）に分散させた分

散液である。

【００６１】

上記水相は水を主体とするが、水に水溶性有機溶剤を添加して用いてもよい。水溶性有機溶剤としてはエチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、ポリエチレングリコール（＃２００、＃４００）、グリセリン、前記グリコール類のアルキルエーテル類、Ｎ－メチルピロリドン、１、３－ジメチルイミダゾリノン、チオジグリコール、２－ピロリドン、スルホラン、ジメチルスルホキシド、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、エタノール、イソプロパノール等が挙げられる。水性分散媒体中の水溶性有機溶剤の使用量は、通常３０重量％以下が好ましく、さらには２０重量％とするのがより好ましい。

【００６２】

分散液中のナノ粒子の含有量は、所望の膜（層）構造または粒子配列構造及び膜（層）厚により異なるが分散液の全重量に対し、通常０．０１～１５重量％の範囲で用いられるが、０．０５～１０重量％の範囲とするのがより好ましい。ナノ粒子の含有量が少な過ぎるとデバイス機能を充分に発現することが出来なくなる可能性があり、逆に多過ぎるとインクジェット原理で液滴を噴射する際の吐出安定性が損なわれる。

【００６３】

また本発明に好適に使用され、インクジェット原理で噴射されるナノ粒子含有溶液は、分散液中に、界面活性剤、及びナノ粒子の分散用溶媒を共存させるのが好ましい。界面活性剤としては、例えばアニオン系界面活性剤（ドデシルスルホン酸ナトリウム、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ラウリル酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテルサルフェートのアンモニウム塩など）、ノニオン系界面活性剤（ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルエステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルアミン、ポリオキシエチレンアルキルアミドなど）があげられ、これらを単独または二種以上混合して用いることができる。

【００６４】

界面活性剤の量は溶液の全重量に対し、通常、０．１～３０重量％の範囲で用いられるが、５～２０重量％の範囲とするのがより好ましい。界面活性剤がこの範囲よりも少な過ぎると水性分散体中で油水分離が生じ、液滴噴射付与による均一なパターンのコーティングができない場合がある。逆にこの範囲より多過ぎると水性分散媒体の粘度が高くなりすぎる傾向がある。

【００６５】

ナノ粒子の分散用溶媒としては、通常トルエン、ヘキサン、ピリジン、クロロホルムなどの液体であり、揮発性であることが望ましい。分散用溶媒の量は通常、０．１～２０重量％程度の範囲で用いられるが、１～１０重量％の範囲がより好ましい。分散用溶媒がこの範囲よりも少な過ぎると水性媒体中に含有させることのできる超微粒子の量が少なくなる。逆にこの範囲より多過ぎると水性分散媒体中で油水分離が生じる場合がある。

【００６６】

さらに、分散液中に有機化合物を溶解させておくこともできる。このような有機化合物としては、トリオクチルホスフィンオキシド（ＴＯＰＯ）、チオフェノール、フォトクロミック化合物（スピロピラン、フルギド等）、電荷移動型錯体、電子受容性化合物等があげられ、常温で固体であるものが好ましい。この場合、分散液中の前記有機化合物の量は、ナノ粒子の重量に対し、１／１００００以上、好ましくは１／１０００～１０倍程度である。

【００６７】

なお本発明の目的を損なわない範囲で、懸濁液に界面活性剤や分散安定剤や酸化防止剤などの添加剤、またはポリマー、塗布・乾燥過程でゲル化する材料などのバインダーを加えても良い。

【００６８】

このようなナノ粒子含有溶液をインクジェット原理によって基板上に液滴付与し、乾燥させてパターン配線形成、あるいは機能デバイス形成を行う。本発明においては、たとえば、先ず大気圧中において、－２０～２００℃、好ましくは０～１００℃程度で１時間以上、好ましくは３時間以上風乾し、その後必要に応じ

て減圧乾燥を行っても良い。この際の減圧度は１×１０^5Ｐａ以下であればよいが、好ましくは１×１０^4Ｐａ以下程度であり、温度は通常－２０～２００℃、好ましくは０～１００℃である。また、減圧時間は１～２４時間程度である。

【００６９】

上記の方法により得られるナノ粒子薄膜の厚さは特に限定されるものではないが、通常、ナノ粒子の直径～１ｍｍ、好ましくはナノ粒子の直径～１００μｍ程度である。また、ナノ粒子薄膜内において、ナノ粒子はある程度以上の密度で存在するのが好ましい。その意味からナノ粒子の集合体における個々のナノ粒子間の平均粒子間距離は、通常粒子直径の１０倍以内の範囲であり、さらには粒子直径の２倍以内の範囲であることが好ましい。この平均粒子間距離が大き過ぎるとナノ粒子は集団的機能を示さなくなる。

【００７０】

次に本発明に好適に適用される液体噴射ヘッドについて、図５、図６を用いて説明する。この例は７ノズルの例である。

この液体噴射ヘッドは、溶液４７が導入される流路４５内にエネルギー作用部としてピエゾ素子４６を設けたものである。ピエゾ素子４６にパルス状の信号電圧を印加して図５（Ａ）に示すようにピエゾ素子４６を歪ませると、流路４５の容積が減少すると共に圧力波が発生し、その圧力波によってノズル４８から液滴４３が吐出する。図５（Ｂ）はピエゾ素子４６の歪みがなくなって流路４５の容積が増大した状態である。

【００７１】

ここでノズル４８直前の流路４５に導入される溶液４７は、フィルター４９を通過してきたものである。本発明ではこのように、フィルター４９を噴射ヘッド内に設け、ノズル４８の最近傍にフィルター除去機能を持たせている。こうすることにより、本発明の溶液中の導電性微粒子あるいはナノ粒子とは別のそれらよりもっと大きな異物粒子をトラップし、基板上に形成されるパターンあるいはデバイスの性能低下を起こさないようにしている。このようなフィルター４９は小型の簡易フィルターとすることによって、図６に示したように噴射ヘッド１１内に組み込むことが可能となっている。そして噴射ヘッド１１そのものもコンパク

ト化を実現できている。

【００７２】

このようなフィルター４９は、たとえばステンレスメッシュフィルターが好適に用いられ、その孔径（フィルターメッシュサイズ）は、０．８μｍ～２μｍとされる。

【００７３】

次に本発明に好適に適用される液体噴射ヘッドの他の例について、図７を用いて説明する。この例はサーマル方式（バブル方式）の液体噴射ヘッドの例であり、液滴噴射の原動力は、溶液中で瞬時に発生する膜沸騰気泡の成長作用力である。

【００７４】

ここで示した液体噴射ヘッドは、溶液が流れる流路短部から液滴が噴射するタイプのものであり、エッジシューター型と呼ばれるものである。

ここでは、液体噴射ヘッドのノズル数を４個とした例を示している。この液体噴射ヘッドは、発熱体基板６６と蓋基板６７とを接合させることにより形成されており、発熱体基板６６は、シリコン基板６８上にウエハプロセスによって個別電極６９と共通電極７０とエネルギー作用部である発熱体７１とを形成することによって構成されている。

【００７５】

一方前記蓋基板６７には、機能性材料を含有する溶液が導入される流路を形成するための溝７４と、流路に導入される前記溶液を収容する共通液室を形成するための凹部領域７５とが形成されており、これらの発熱体基板６６と蓋基板６７とを図７に示すように接合させることにより、前記流路及び前記共通液室が形成される。なお、発熱体基板６６と蓋基板６７とを接合させた状態においては、前記流路の底面部に前記発熱体７１が位置し、流路の端部にはこれらの流路に導入された溶液の一部を液滴として吐出させるためのノズル６５が形成されている。なおここでは、ノズル形状は矩形であるが、これは丸形状であってもよい。なお前記蓋基板６７には、供給手段（図示せず）によって前記供給液室内に溶液を供給するための溶液流入口７６が形成されている。

【００７６】

本発明では複数の液滴により１つの機能性素子を形成する、あるいは、複数滴によって、機能性素子などを形成するパターンをドットを重ね打ちしたり接触させたりして形成する。よって、このようなマルチノズル型の液体噴射ヘッドを用いると大変効率的に機能性素子を形成することができる。なおこの例では４ノズルの液体噴射ヘッドを示しているが、必ずしも４ノズルに限定されるものではなく、ノズル数が多ければ多いほど機能性素子の形成が効率的になることは言うまでもない。ただし、単純に多くすればよいということではなく、多くすれば液体噴射ヘッドも高価になり、また噴射ノズルの目詰まりによる確率も高くなるので、それらも考慮し装置全体のバランス（装置コストと機能性素子の製作効率のバランス）を考えて決められる。

【００７７】

図８はこのようにして製作されたマルチノズル型の液体噴射ヘッドをノズル側から見た図を示している。本発明では、このようなマルチノズル型の液体噴射ヘッドを図９に示すように、噴射する溶液ごとに設け、キャリッジ搭載される。図１０はその斜視図である。

【００７８】

図９、図１０にはそれぞれのマルチノズル型の液体噴射ヘッドをＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄと符号をつけているが、それぞれ各液体噴射ヘッドＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄはノズル部分が各液体噴射ヘッドごとに離間して構成されるとともに各液体噴射ヘッドごとに異なる種類の導電性微粒子含有溶液あるいはナノ粒子含有溶液を噴射することができる。

【００７９】

本発明は、導電性微粒子含有溶液あるいはナノ粒子含有溶液などを噴射付与して、機能デバイスを製作するものであるが、単一の溶液のみを噴射するのみならず、この例のように、複数種類の溶液を噴射することができるので、たとえば、電極パターンを形成する溶液と機能デバイス形成する溶液を組み合わせたデバイス構造体を簡単に形成することができる。

【００８０】

次に本発明の他の特徴について説明する。前述のように本発明は、パターン配線形成、あるいは機能デバイス形成を行うものであるが、それらの形成に使用する溶液は、ナノ粒子含有溶液である。そして、いわゆるインクジェット噴射原理と同等の技術でその溶液を微細な吐出口から噴射して、基板上にパターン形成する技術に関するものである。しかしながら従来インクジェット記録分野で使用しているインクでは染料が溶液中に溶解しているのに対して、本発明で使用する溶液はナノ粒子が溶液中に分散しているだけなので、目詰まりが起こりやすい。

【００８１】

さらに本発明では、必要とされるパターンあるいはデバイスの用途から、従来にはない微細な吐出口径、例えば、吐出口径がΦ２０μｍ以下（面積でいうならば約３００μｍ^2以下）であるような噴射ヘッドを使用しなければならず、この目詰まりは大変深刻な問題である。

【００８２】

ところで目詰まりとは、微細な吐出口から溶液が噴射するという原理そのものに由来するものである。つまり、吐出口が微細であるがゆえに生じるものである。よってその吐出口の大きさと、いわば溶液中の異物とでもいうべきナノ粒子の大きさには密接な関係がある。

【００８３】

本発明はこの点に鑑み、吐出口の大きさとナノ粒子の大きさに着目し、目詰まりの生じにくさとそれらの関係を見い出したものである。具体的にはナノ粒子径を変えた溶液を調合し、吐出口の大きさがわかっている噴射ヘッドを使用し、一定時間液滴噴射を行った後、一定時間放置し、液滴噴射を再開し、吐出口の目詰まりの有無を調べた。その場合、吐出口の完全閉塞だけではなく、部分的な目詰まりおよびそれに至る事前の兆候（わずかな目詰まり）も目詰まりとみなしてテストした。

【００８４】

使用した噴射ヘッドは、図５、図６に示したようなピエゾ素子を液滴吐出の原動力とするものである。すなわち電気－機械変換素子であるピエゾ素子の機械的変位を液室の振動板の変位とし、その変位作用力で、微細な吐出口から液滴を噴

射するものである。

【００８５】

なお、図には示していないが、ノズル一面に別途ノズル孔を穿孔したノズルプレートを設けた構造とした噴射ヘッドを使用した。またそのノズル数も、図では簡略化した７ノズルの例を示しているが、実際に使用したのはノズル（吐出口）の数が６４個で、その配列密度が１００ｄｐｉのものである。液滴噴射の駆動電圧は２０Ｖ、駆動周波数は１０ｋＨｚとした。なお、噴射ヘッドはＨ１～Ｈ４まで用意した（それぞれの吐出口径をＨ１＝Φ２０μｍ、Ｈ２＝Φ１５μｍ、Ｈ３＝Φ１０μｍ、Ｈ４＝Φ５μｍとした）。また、そのノズルプレートはＮｉのエレクトロフォーミングによって形成したものであり、吐出口部分の板厚は、全て２５μｍとした。

【００８６】

使用した溶液は、以下のようにして製作した。すなわち、硝酸銀に水溶性の重合体を溶解させ、撹拌しながらジメチルアミノエタノールを添加し、３分で金属イオンを還元し、平均粒径０．５μｍ（５００ｎｍ）以下のＡｇ微粒子を析出させた。その後、限外ろ過膜により、塩素イオンや硝酸イオンなどを除去し、濃縮・乾燥することにより濃厚なＡｇ微粒子含有溶液を得た。

【００８７】

さらにこのＡｇ微粒子含有溶液をアセトンに溶解させ、さらに撹拌しながらアルカノールアミンを添加し、Ａｇ微粒子を重合体中に分散した形で油相側に析出させた。これを濃縮・乾燥させた濃厚なＡｇ微粒子含有溶液を水、アルコールならびにエチレングリコールの混合溶媒に溶解・混合させて噴射溶液とした。なお、Ａｇ微粒子を大きさを変えた溶液を製作するために、遠心分離機を使用し、Ａｇ微粒子の平均粒子径が０．０００１μｍ～０．５μｍのものまで用意した。ただし平均粒子径が０．０００３μｍ以下のものは、作ってはみたものの、安定したものはできなかったので評価はできなかった。なお各溶液のＡｇ微粒子の含有量は１０重量％、溶液中の樹脂分含有量は２０重量％とした。またエチレングリコール添加量を調整し、各溶液の粘度は２０センチポイズに統一した。

【００８８】

テストはＡｇ微粒子径の異なる各溶液を吐出口径の異なるＨ１～Ｈ４と組み合わせて、１０分間連続して液滴噴射を行った後、温度４０℃、湿度３０％の雰囲気中で１０時間放置し、その後噴射を再開し、目詰まりの発生状況を調べたものである。結果を表１～表４に記す。

【００８９】

表１はヘッドＨ１（吐出口径Ｄｏ＝Φ２０μｍ）の場合、表２はヘッドＨ２（吐出口径Ｄｏ＝Φ１５μｍ）の場合、表３はヘッドＨ３（吐出口径Ｄｏ＝Φ１０μｍ）の場合、表４はヘッドＨ４（吐出口径Ｄｏ＝Φ５μｍ）の場合を示す。判定の○は実用的に良好に使用できる場合、△は使うことは可能であるがあまり好ましくない場合、×は全く実用的ではない場合を示している。

【００９０】

【表１】

ヘッドＨ１（吐出口径Ｄｏ＝Φ２０μｍ）の場合				
溶液No.	Ag微粒子径 Dp（μm）	Dp／Do	目詰まり状況 目詰まり吐出口数／全吐出口数	判定
1	0.0001	0.000005	溶液安定製造困難につき評価せず	—
2	0.0003	0.000015	溶液安定製造困難につき評価せず	—
3	0.0005	0.000025	0／64	○
4	0.001	0.00005	0／64	○
5	0.002	0.0001	0／64	○
6	0.004	0.0002	0／64	○
7	0.006	0.0003	0／64	○
8	0.01	0.0005	0／64	○
9	0.02	0.001	0／64	○
10	0.05	0.0025	0／64	○
11	0.07	0.0035	0／64	○
12	0.1	0.005	0／64	○
13	0.15	0.0075	0／64	○
14	0.2	0.01	0／64	○
15	0.25	0.0125	4／64（部分閉塞）	△
16	0.3	0.015	19／64（完全閉塞）	×
17	0.5	0.025	35／64（完全閉塞）	×

【００９１】

【表２】

ヘッドＨ２（吐出口径Ｄｏ＝Φ１５μｍ）の場合				
溶液No.	Ag微粒子径 Dp（μm）	Dp／Do	目詰まり状況 目詰まり吐出口数／全吐出口数	判定
１	０．０００１	０．０００００７	溶液安定製造困難につき評価せず	—
２	０．０００３	０．０００００２	溶液安定製造困難につき評価せず	—
３	０．０００５	０．０００００３３	０／６４	○
４	０．００１	０．０００００６７	０／６４	○
５	０．００２	０．０００００１３３	０／６４	○
６	０．００４	０．０００００２６７	０／６４	○
７	０．００６	０．０００４	０／６４	○
８	０．０１	０．０００６７	０／６４	○
９	０．０２	０．００１３３	０／６４	○
１０	０．０５	０．００３３３	０／６４	○
１１	０．０７	０．００４６７	０／６４	○
１２	０．１	０．００６６７	０／６４	○
１３	０．１５	０．０１	０／６４	○
１４	０．２	０．０１３３	３／６４（部分閉塞）	△
１５	０．２５	０．０１６７	６／６４（完全閉塞）	×
１６	０．３	０．０２	２５／６４（完全閉塞）	×
１７	０．５	０．０３３３	４４／６４（完全閉塞）	×

【００９２】

【表３】

ヘッドＨ３（吐出口径Ｄｏ＝Φ１０μｍ）の場合				
溶液No.	Ag微粒子径 Dp（μm）	Dp／Do	目詰まり状況 目詰まり吐出口数／全吐出口数	判定
１	０．０００１	０．００００１	溶液安定製造困難につき評価せず	—
２	０．０００３	０．００００３	溶液安定製造困難につき評価せず	—
３	０．０００５	０．００００５	０／６４	○
４	０．００１	０．０００１	０／６４	○
５	０．００２	０．０００２	０／６４	○
６	０．００４	０．０００４	０／６４	○
７	０．００６	０．０００６	０／６４	○
８	０．０１	０．００１	０／６４	○
９	０．０２	０．００２	０／６４	○
１０	０．０５	０．００５	０／６４	○
１１	０．０７	０．００７	０／６４	○
１２	０．１	０．０１	０／６４	○
１３	０．１５	０．０１５	６／６４（部分閉塞）	△
１４	０．２	０．０２	１０／６４（完全閉塞）	×
１５	０．２５	０．０２５	１５／６４（完全閉塞）	×
１６	０．３	０．０３	３７／６４（完全閉塞）	×
１７	０．５	０．０５	６４／６４（完全閉塞）	×

【００９３】

【表４】

ヘッドＨ４（吐出口径Ｄｏ＝Φ５μｍ）の場合				
溶液No.	Ag微粒子径 Dp（μm）	Dp／Do	目詰まり状況 目詰まり吐出口数／全吐出口数	判定
１	０．０００１	０．０００００２	溶液安定製造困難につき評価せず	—
２	０．０００３	０．０００００６	溶液安定製造困難につき評価せず	—
３	０．０００５	０．０００１	０／６４	○
４	０．００１	０．０００２	０／６４	○
５	０．００２	０．０００４	０／６４	○
６	０．００４	０．０００８	０／６４	○
７	０．００６	０．００１２	０／６４	○
８	０．０１	０．００２	０／６４	○
９	０．０２	０．００４	０／６４	○
１０	０．０５	０．０１	０／６４	○
１１	０．０７	０．０１４	９／６４（部分閉塞）	△
１２	０．１	０．０２	３／６４（完全閉塞）	×
１３	０．１５	０．０３	２４／６４（完全閉塞）	×
１４	０．２	０．０４	４６／６４（完全閉塞）	×
１５	０．２５	０．０５	６４／６４（完全閉塞）	×
１６	０．３	０．０６	６４／６４（完全閉塞）	×
１７	０．５	０．１	６４／６４（完全閉塞）	×

【００９４】

以上の結果より、吐出口径がΦ５μｍ～Φ２０μｍの噴射ヘッドを用いた場合、Ａｇ微粒子径Ｄｐと吐出口径Ｄｏとは、Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１の関係を満足するようにすれば目詰まりのない安定した液滴噴射が得られることがわかる。なお、Ｄｐ／Ｄｏの下限値であるが、このように大変微細な微粒子を安定して、溶液中に分散することを考えると、Ａｇ微粒子径Ｄｐが０．０００３μｍ以下は困難である。また、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッド全てに安定して液滴噴射させられるようにするには、余裕をみてＤｐ／Ｄｏの下限値を０．０００１にすればよい。すなわち、Ａｇ微粒子径Ｄｐと吐出口径Ｄｏとは、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１の関係を満足するようにすれば、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドを使用した液滴噴射によるパターン形成、あるいはデバイス形成を行うことができる安定した分散液を製造でき、吐出口（ノズル）の目詰まりも生じないようにすることができることがわかる。

【００９５】

なおこの実験では、丸形状の吐出口（ノズル）を使用したが、他の形状の場合は、その面積比較をすればよく、たとえば１８μｍ×１８μｍの矩形吐出口の場

合は、本発明の丸形状のΦ２０μｍノズルとほぼ同等である。言い換えるならば、本発明は面積がほぼ３００μｍ２以下のノズルを使用した噴射ヘッド、またその下限値はほぼ２０μｍ２のノズル（吐出口径がΦ５μｍ）で、このような溶液を噴射してパターン形成、あるいはデバイス形成を行う場合に適用されるものである。

【００９６】

また実験はピエゾ素子を液滴吐出の原動力とした噴射ヘッドを使用したが、本発明の製造装置に使用される噴射ヘッドはこれに限定されることなく、２枚の電極間の静電力を原動力とし、液室の振動板の機械的変位を発生させる静電方式なども、良好に使用できる。これらは、液体に機械的作用力を付与するものであるため、使用する液体が制限を受けることが少ないという利点がある。また、この機械的変位は、アナログ的に変位させることができるので、駆動波形をコントロールすることにより、飛翔滴の形状も丸い形状とすることができる。たとえば後述するが、本発明では、駆動波形を制御し、丸い形状に近い飛翔滴を形成し、良好なドットパターンを得ているが、これについては後述する。

【００９７】

他に液体中に熱により瞬時に膜沸騰気泡を発生させ、その気泡の成長力を溶液吐出の原動力とした方式の噴射ヘッドも使用できる。あるいは連続的に噴射する液滴に電荷を付与し、その電荷量に応じて液滴を偏向させる荷電制御方式（連続流方式）等も使用できる。

なおサーマルヘッド等を用いて膜沸騰気泡を発生させる方式は熱を利用するため、使用する溶液が熱劣化することがあるので、ある程度使用できる溶液に制限を受ける。

【００９８】

一方で、サーマルヘッド等を用いて膜沸騰気泡を発生させる方式はその構造上、発熱体部や、吐出口部の高密度、高集積配列が可能で、６００ｄｐｉ～１２００ｄｐｉあるいはそれ以上の配列密度で、かつ吐出口（ノズル）数も５００～１００００個というものが容易に実現でき、生産効率の高い製造装置に適している。

【００９９】

次に本発明の他の特徴について説明する。前述のように本発明は微粒子含有溶液が微小な吐出口から目詰まりを起こすことなく安定した液滴噴射するようにしたものであるが、ここでは液滴噴射後に基板上に液滴が付着し、良好なパターン、あるいはデバイスを形成するにはどのようにしたらよいのかを検討した結果を示す。

【０１００】

前述のように本発明では、吐出ヘッドユニット１１は基板１４に対して一定の距離を保ちながらパターン、あるいは機能デバイス群の形成面に対して平行にＸ、Ｙ方向の相対移動を行いつつ、パターン、あるいは機能デバイス群を形成する。すなわち、基板１４に対して、吐出ヘッドユニット１１が基板面に対して平行移動する、もしくは吐出ヘッドユニット１１に対して基板１４が平行移動する。

【０１０１】

その際、パターン、あるいは機能デバイス群を形成するための微粒子含有溶液の噴射を行う毎に相対移動を止めて噴射を行うと高精度なパターン、あるいは機能デバイス群を形成することが可能である。しかし生産性が著しく低下するので、その相対移動を止めることなく、順次溶液の噴射を行うようにしている。その場合、その相対移動速度（例えば図２のキャリッジ１２のＸ方向移動速度）は、単に生産性向上だけで決定されるべきではなく、高精度なパターン、あるいは機能デバイス群を形成するという観点からも検討されなければならない。

【０１０２】

本発明ではこの点に関して鋭意検討した結果、このような微粒子含有溶液の噴射を行う場合、その噴射速度を前記相対移動速度より速くすることが必要であることに気がついた。このように吐出ヘッドユニット１１を基板１４に対して一定の距離を保ちながらＸ、Ｙ方向の相対移動を行いつつ、微粒子含有溶液の噴射を行い、パターン、あるいは機能デバイス群を形成する場合には、溶液の液滴は前記相対速度と噴射速度の合成ベクトルの速度で基板１４上に付着、形成される。そしてその位置精度については、基板１４と吐出ヘッドユニット１１の溶液噴射口面の距離と、前記合成ベクトルの速度を考慮し、噴射のタイミングを適宜選ぶ

ことにより、その狙いの位置に液滴を付着させることができる。

【０１０３】

しかしながら、たとえ狙いの位置に付着させることができたとしても、もし、前記相対速度が速すぎる場合には、その相対速度に引きずられて付着液滴が基板１４上で流れ、良好な形状でパターン、あるいは機能デバイス群を形成できなくなる。本発明はこの点について検討したものである。以下に検討結果の１例を示す。この例は、図２のような装置を用い、キャリッジ１２のＸ方向移動速度、ならびに吐出ヘッドユニット１１の噴射速度を変えて、基板１４上で良好な液滴付着ができ、良好なパターン形成ができるかどうか調べたものである。

【０１０４】

図１１にテストに使用したパターンの例を示す。ここでは、Ａｇ微粒子含有溶液を噴射させ、２列の近接した素子電極間（ＩＴＯ透明電極８２間）を、前記溶液によるドットパターン８３をつなぎ合わせた配線パターンを形成し、そのパターンの形成状況を評価したものである。評価は、形成後のパターンを顕微鏡下で観察し、良／不良（○／×）を判断した。図１１（Ａ）は良（○）であり、図１１（Ｂ）のように、個々のドットパターンが良好な丸い形状にならず、長円形になったり、基板上における着弾位置も本来の狙いの位置から外れたりして、隣のドットパターンと接触したりするようなものは不良（×）である。

また、これは目詰まりの初期段階や吐出口へのキズ発生等に起因する噴射性能の劣化によって生ずることが多いが、微小滴８４が周囲に飛散したりするものも不良（×）である。

【０１０５】

このような形状の評価とあわせて、上下のＩＴＯ透明電極８２間の抵抗値を測定し、ドット位置精度不良による断線あるいは隣（左右）のドットとの接触による抵抗値変動などを評価した（○：狙い通りの抵抗値、×：狙いから外れた抵抗値）。

【０１０６】

実験条件の詳細を以下に示す。使用した基板はＩＴＯ透明電極８２付きガラス基板であり、前述のＡｇ微粒子含有溶液（ここでは、微粒子径が０．０１μｍの

ものを使用）を前述のＨ４噴射ヘッド（ノズル径Φ５μｍ）と組み合わせて、図１１のようなドットパターン８３を形成した。なお、図１１は簡略化のため、１対のＩＴＯ透明電極８２間を４ドットで埋めるように形成した図を示しているが、実際には、縦方向に１列で、約Φ８μｍのドットを約４μｍピッチで約１０００個打ち込み、上下のＩＴＯ透明電極８２間（電極間距離４ｍｍ）をつないでいる。また隣に中心間距離を１２μｍとして、同様のＩＴＯ透明電極８２およびＩＴＯ透明電極８２間をつなぐ同様のパターンを形成している。

【０１０７】

使用した噴射ヘッドはＨ４噴射ヘッドであり、ノズル（吐出口）の数が６４個で、その配列密度が１００ｄｐｉのものである。噴射ヘッドと基板は相対運動（ここでは、基板固定、噴射ヘッドをキャリッジ走査）を行い、その制御をμオーダーで制御し、また噴射のタイミングをコントロールし、上記のように約４μｍピッチによるドット付着、ならびに１２μｍの中心間距離を維持したパターン形成を行った。

【０１０８】

液滴噴射の駆動電圧は噴射速度を変えるためにピエゾ素子への入力電圧を１４Ｖから２１Ｖまで変化させている。また駆動周波数は１０ｋＨｚとした。なおこのようなピエゾ素子を利用した噴射ヘッドでは、ピエゾ素子への入力電圧を変えて噴射速度が変えられるが、同時に噴射滴の質量も変化するので、駆動波形（引き打ちも含めた立ち上がり波形ならびに立下がり波形）を制御して、噴射滴の体積がいつもほぼ一定（１ｐｌにした）になるようにし、噴射速度のみを変えるようにした。

【０１０９】

また滴飛翔時の滴の形状を、素子形成と同じ条件で別途噴射、観察し、その形状が、基板面に付着する直前（今本発明例では３ｍｍ）にほぼ丸い滴になるように駆動波形を制御して噴射させた（図１２）。なお完全に丸い球状が得られず、飛翔方向に伸びた柱状であっても、駆動波形を制御するだけで容易にその直径の３倍以内の長さにはなる（$l \leqq 3d$）ようにできた（図１３）。またその際、後述する（図１４）ような飛翔滴後方に複数の微小な滴（サテライト微小滴８１）

を伴うことのない駆動条件（駆動波形）を選んだ。以下に結果を示す。

【０１１０】

【表５】

実験 No.	噴射速度 Vj（m／s）	キャリッジのX方向移動速度 Vc（m／s）	パターン形成状況	抵抗値
１	３	１	○	○
２	３	２	○	○
３	３	３	×	×
４	３	４	×	×
５	５	１	○	○
６	５	２	○	○
７	５	３	○	○
８	５	４	○	○
９	５	５	×	×
１０	５	６	×	×
１１	７	２	○	○
１２	７	３	○	○
１３	７	４	○	○
１４	７	５	○	○
１５	７	６	○	○
１６	７	７	×	×
１７	７	８	×	×
１８	１０	４	○	○
１９	１０	６	○	○
２０	１０	８	○	○
２１	１０	１０	×	×
２２	１０	１２	×	×
２３	１０	１４	×	×

【０１１１】

以上の結果より、キャリッジのＸ方向移動速度が、噴射速度以上であると、良好なパターン形成できず、また、電極間の抵抗値も狙いからはずれたものになることがわかる。言い換えるならば、本発明のように、ピエゾ素子を利用した噴射ヘッドを利用した装置でナノ粒子含有溶液を基板上に液滴付与し、乾燥させてパターン配線形成、あるいは機能デバイス形成を行う場合、噴射ヘッドから噴射される液滴の速度は、キャリッジのＸ方向移動速度より速くしなければならないことがわかる。

【０１１２】

なおこの例は、噴射ヘッドをキャリッジ走査した例であるが、図３のように噴射ヘッド１１を固定し、基板１４を移動させる場合にも適用される。すなわち、

噴射される液滴の速度は、噴射ヘッド１１と基板１４の相対移動速度より速くしなければならないということである。

【０１１３】

さらに付言すると、今回の滴飛翔条件は、前述のように飛翔滴後方に複数の微小な滴（サテライト微小滴８１）を伴う（図１４）ことのない駆動条件（駆動波形）とした。その結果、これら複数の微小な滴が、不必要なところに付着するということが全くなく、大変良好なパターン形成を行うことができた。

また飛翔滴が飛翔方向に伸びた柱状であっても、駆動波形制御により、飛翔滴の長さをその直径の３倍以内の長さになる（$l \leqq 3d$）ようにした（図１３）ので、形成されたドットも真円に近い形状となり、良好なパターン形成を行うことができた。

【０１１４】

次に本発明のさらに他の特徴について説明する。本発明の機能を付与された基板は、無数の微細微粒子、ナノ微粒子を溶液中に分散させてなる微粒子含有溶液をインクジェットの原理で空中を飛翔させ、基板上に液滴として付与して製作されるものであるが、高精度かつ高品位な機能を付与された基板を製作するためには、基板上にナノ微粒子含有溶液を噴射、付与して、微細なパターン形成を行う際の基板の表面粗さとナノ微粒子の大きさを最適化しておく必要がある。たとえば、基板の表面粗さというのは、その表面の凹凸であるが、図１５のように、この凹凸からはみ出すような大きさの微粒子８５が、基板の表面８６に付着すると、良好なパターンあるいはデバイスが得られないであろう。

【０１１５】

一方で、図１６のように、微粒子８５が基板表面８６の凹凸以下の大きさの粒子であれば、良好なパターンあるいはデバイスが得られるであろう。本発明ではこの点に鑑み、あらかじめ表面粗さのわかっている基板上に、サイズの異なる微粒子を含有させた溶液によって、パターンを形成し、その形成されたパターンの良否を評価した。

【０１１６】

実験は、パイレックス（Ｒ）ガラスを研摩し、その表面粗さが０．０１ｓ～０．

０２ｓとなるようにし、その研摩された基板上に前述のＡｇ微粒子含有溶液（ここでは、微粒子径が０．０００５μｍ～０．２μｍのものを使用）を前述のＨ４噴射ヘッド（ノズル径Φ５μｍ）と組み合わせて噴射させ、ドットをつなぎあわせたパターンを形成し、そのパターンの滑らかさを顕微鏡下で観察し、感応評価し、良～可～不良（○～△～×）を判断した。

【０１１７】

実験条件の詳細を以下に示す。パターンは縦方向に１列で、約Φ８μｍのドットを約４μｍピッチで約１００個打ち込んだものである。

使用した噴射ヘッドはＨ４噴射ヘッドであり、ノズル（吐出口）の数が６４個で、その配列密度が１００ｄｐｉのものである。噴射ヘッドと基板は相対運動（ここでは、基板固定、噴射ヘッドをキャリッジ走査）を行い、その制御をμオーダーで制御し、また噴射のタイミングをコントロールし、上記のように約４μｍピッチによるドット付着を行った。

【０１１８】

液滴噴射の駆動電圧はピエゾ素子への入力電圧を１５Ｖとし、また駆動周波数は１０ｋＨｚとした。噴射滴の体積がいつもほぼ１ｐｌである。また滴飛翔時の滴の形状を、パターン形成と同じ条件で別途噴射、観察し、その形状が、基板面に付着する直前（今本発明例では３ｍｍ）にほぼ丸い滴になるように駆動波形を制御して噴射させた（図１２）。なお完全に丸い球状が得られず、飛翔方向に伸びた柱状であっても、駆動波形を制御するだけで容易にその直径の３倍以内の長さにはなる（ｌ≦３ｄ）ようにできた（図１３）。またその際、後述する（図１４）ような飛翔滴後方に複数の微小な滴（サテライト微小滴８１）を伴うことのない駆動条件（駆動波形）を選んだ。

【０１１９】

前述のようにＡｇ微粒子含有溶液は、微粒子径が０．０００５μｍ～０．２μｍまで異なるものをそれぞれ準備して使用した（溶液Ｎｏ．は共通である）が、微粒子径が０．０２μｍ以上の場合には、ノズル目詰まりが発生し始めるので、形成したパターンのうち、目詰まりが生じなくて、良好にパターン形成されたもののみを選別して評価を行った。以下に結果を示す。

【０１２０】

【表６】

溶液 No.	Ag微粒子径 Dp（μm）	判定
３	０．０００５	○
４	０．００１	○
５	０．００２	○
６	０．００４	○
７	０．００６	○
８	０．０１	○
９	０．０２	△
１０	０．０５	×
１１	０．０７	×
１２	０．１	×
１３	０．１５	×
１４	０．２	×

【０１２１】

以上の結果より、溶液に含有される微粒子は、基板のパターンが形成される面の表面粗さ以下の大きさとすることにより、滑らかな良好なパターンが形成できることがわかる。一方で、微粒子の大きさをそれより大きくすると、パターン形状の滑らかさが損なわれることがわかる。

【０１２２】

次に本発明のさらに他の特徴について説明する。本発明の機能を付与された基板は、無数の微細微粒子、ナノ微粒子を溶液中に分散させてなる微粒子含有溶液をインクジェットの原理で空中を飛翔させ、基板上に液滴として付与して製作されるものであるが、高品位な機能を付与された基板を長期にわたって安定して製作するためには、その製造装置が安定して一定の性能を維持するものでなくてはならない。ここで一番重要な点は噴射ヘッドの長期性能安定性である。

【０１２３】

前述のように本発明に使用する微粒子含有溶液は、液体に微粒子を分散させた溶液であるが、この微粒子は溶液中に分散している砥粒のような存在であり、この溶液を大量使用した場合、噴射ヘッドの溶液の通り道を損傷させたり、摩耗させたりするという問題がある。通り道の中でもとりわけ吐出口部（ノズル部）のキズや、摩耗は溶液の液滴噴射性能に影響を及ぼすため問題となる。

【０１２４】

ところでこのキズや、摩耗は、２つの物体が互いにぶつかり合う、あるいはこすれあう際に生ずるものであるから、互いの物体の硬さを適切に選ぶことにより、解決できるものと考えられる。またキズについても、これが噴射ヘッドの液滴噴射性能に影響を及ぼすのは事実ではあるが、どのくらい影響を及ぼすのかは、キズの大きさと溶液の通り道の大きさとによって決まると考えられる。たとえば、内径Φ１５ｍｍ～Φ２０ｍｍの放水用のホースにナノメーターオーダーのキズがあったとしても、放水流量に多大な影響を及ぼすことはあり得ない。

【０１２５】

本発明ではこれらの点を考慮しながら、吐出口部の材質の硬さと、微粒子の材質の硬さならびに吐出口部の大きさを鋭意検討したものである。

使用した噴射ヘッドは、前述のＨ１噴射ヘッド～Ｈ３噴射ヘッドと同じものである。すなわち図５、図６に示したようなピエゾ素子４６を液滴吐出の原動力とし、電気－機械変換素子であるピエゾ素子４６の機械的変位を液室の振動板の変位として、その変位作用力で、微細な吐出口から液滴を噴射するものである。

【０１２６】

なお、図には示していないが、ノズル一面に別途ノズル孔を穿孔したノズルプレートを設けた構造とした噴射ヘッドを使用している。またそのノズル数は６４個であり、配列密度は１００ｄｐｉである。

このような噴射ヘッドを使用し、一定時間溶液噴射を行うことにより、吐出口部（ノズル孔部）にキズが生じるかどうか、また、溶液滴吐出性能の劣化により、形成されるパターン形状（ドットパターンの形状良否）、パターン性能の劣化（抵抗値変化）が生じるかどうかを調べた。マルチノズルプレートは、材料およびノズル径（ここでは丸形状とした）を変えたものを準備した。パターン性能は、噴射初期に形成したパターンと一定時間噴射を行った後に形成したパターンの抵抗値の違いを調べた。

【０１２７】

噴射ヘッドの駆動電圧は２０Ｖ、駆動周波数は１０ｋＨｚとし、１００時間連続噴射を行い、噴射後の吐出口部分をＳＥＭ観察して、キズの有無を調べた。

吐出口径は、それぞれΦ２０μｍ（Ｈ１噴射ヘッド）、Φ１５μｍ（Ｈ２噴射

ヘッド）、Φ１０μｍ（Ｈ３噴射ヘッド）のものを用意した。

比較参考例として、吐出口径がΦ３６μｍのもの（参考ヘッド）も用意した。この場合は、吐出口の数が４８個で、その配列密度が６０ｄｐｉのものである。噴射ヘッドの駆動電圧は３０Ｖ、駆動周波数は３．８ｋＨｚとし、２６０時間連続噴射を行った。

【０１２８】

ノズルプレートの厚さは、Ｈ１噴射ヘッド、Ｈ２噴射ヘッドは３０μｍとし、Ｈ３噴射ヘッドは２０μｍ、参考ヘッドは４０μｍとした。噴射時の液滴の速度は、いずれの噴射ヘッドの場合も約７ｍ／ｓとした。

ノズルプレート材質はＮｉとオーステナイト系ステンレスＳＵＳ３０４とし、Ｎｉ材質のものはエレクトロフォーミング法でマルチノズルプレートを製作し、ＳＵＳ３０４材質のものは、ステンレス箔に放電加工によってノズル孔を穿孔した。それぞれ硬度をビッカース硬度計で測定したところ、Ｎｉ材質の場合はビッカース硬度Ｈｖが５８～６３、ＳＵＳ３０４材質のものはビッカース硬度Ｈｖが１７０～１９０であった。

【０１２９】

使用した液体は、前述のように微粒子を水を主体とする分散媒に分散せしめてなる水性系溶液である。微粒子は以下の７種類（Ｓ１～Ｓ７）である。それぞれ含有微粒子の元素名と、そのバルク状態におけるビッカース硬度Ｈｖを示した。なおこのビッカース硬度Ｈｖは、金属データブック（日本金属学会編、改定３版、出版：丸善）の値を掲載した。それぞれの溶液における微粒子含有量は約８％とし、また微粒子径は０．０１μｍ～０．０２μｍであった。

【０１３０】

【表７】

サンプル記号	含有微粒子	ビッカース硬度Ｈｖ
Ｓ１	Ｐｄ	３８
Ｓ２	Ｐｔ	３９
Ｓ３	Ｒｕ	３５０
Ｓ４	Ａｇ	２６
Ｓ５	Ｚｎ	４５
Ｓ６	Ｗ	３６０
Ｓ７	Ｐｂ	３７

【０１３１】

これらのサンプル溶液および噴射ヘッドを使用して評価した結果を以下に示す。表中、キズの○は１００時間噴射後に、目立ったキズが確認できなかったもの、×はノズル形状、あるいは寸法にまでも影響をおよぼすような多数のすりキズが存在したものである。パターン形状の○は１００時間噴射後に、パターンを作製した際の、ドットパターンが狙いの位置（一対の電極間）に良好な丸い形状で形成されたもの（図１１（Ａ））であり、×は位置がやや狙いの場所から外れていたり、形状がいびつであったり、微小滴が周囲に飛散していたりしたもの（図１１（Ｂ））である。パターン性能の○×は、噴射初期に形成したパターンと一定時間噴射を行った後に形成したパターンの抵抗値の違いであり、○は１００時間噴射後にパターンを作製した際の抵抗値が、噴射初期に形成したパターンとほとんど同じであったもの（実用レベル）であり、×は１００時間噴射後にパターンを作製した際の抵抗値が異常に大きかったり、あるいは短絡していた場合（非実用レベル）である。なお、参考ヘッドの場合の噴射時間は２６０時間である。

【０１３２】

【表８】

吐出口径Φ２０μｍの場合						
	吐出口材質Ｎｉ			吐出口材質ＳＵＳ３０４		
	キズ	パターン形状	パターン性能	キズ	パターン形状	パターン性能
Ｓ１	○	○	○	○	○	○
Ｓ２	○	○	○	○	○	○
Ｓ３	×	×	×	×	×	×
Ｓ４	○	○	○	○	○	○
Ｓ５	○	○	○	○	○	○
Ｓ６	×	×	×	×	×	×
Ｓ７	○	○	○	○	○	○

【０１３３】

【表９】

吐出口径Φ１５μｍの場合						
	吐出口材質Ｎｉ			吐出口材質ＳＵＳ３０４		
	キズ	パターン形状	パターン性能	キズ	パターン形状	パターン性能
Ｓ１	○	○	○	○	○	○
Ｓ２	○	○	○	○	○	○
Ｓ３	×	×	×	×	×	×
Ｓ４	○	○	○	○	○	○
Ｓ５	○	○	○	○	○	○
Ｓ６	×	×	×	×	×	×
Ｓ７	○	○	○	○	○	○

【０１３４】

【表１０】

吐出口径Φ１０μｍの場合						
	吐出口材質Ｎｉ			吐出口材質ＳＵＳ３０４		
	キズ	パターン形状	パターン性能	キズ	パターン形状	パターン性能
Ｓ１	○	○	○	○	○	○
Ｓ２	○	○	○	○	○	○
Ｓ３	×	×	×	×	×	×
Ｓ４	○	○	○	○	○	○
Ｓ５	○	○	○	○	○	○
Ｓ６	×	×	×	×	×	×
Ｓ７	○	○	○	○	○	○

【０１３５】

【表１１】

吐出口径Φ３６μmの場合（参考ヘッド）						
	吐出口材質Ｎｉ			吐出口材質ＳＵＳ３０４		
	キズ	パターン形状	パターン性能	キズ	パターン形状	パターン性能
Ｓ１	○	○	○	○	○	○
Ｓ２	○	○	○	○	○	○
Ｓ３	×	○	○	×	○	○
Ｓ４	○	○	○	○	○	○
Ｓ５	○	○	○	○	○	○
Ｓ６	×	○	○	×	○	○
Ｓ７	○	○	○	○	○	○

【０１３６】

以上の結果より、含有微粒子の硬度が、吐出口材質より大であるもの（Ｓ３、Ｓ６）の場合、吐出口に傷がつくことがわかる。またそれによって形成されたパターン形状は悪く、パターン性能も悪いことがわかる。よって、本発明のような製造装置によって、このようなパターンを形成する場合には、微粒子は吐出口を構成する部材よりやわらかい材料を選ぶ必要があることがわかる。

【０１３７】

なおそのキズに関しては、吐出口の大きさとの関係で、パターン形状が悪くならないものもある。参考ヘッドのように、吐出口径がΦ３６μｍもある（＝面積が約１０００μm^2）ような場合には、キズはついても吐出口径が大きいために、噴射性能を劣化に至らしめるほどのキズではなく、十分に使用可能なパターン形状が得られている。一方、吐出口径がΦ２０μｍ以下（＝面積が約３００μm^2以下）の場合のように、面積比較で参考ヘッドの１／３以下のような場合には、同じようにキズがついても、吐出口径との比較において与える影響は大であり、良好なパターン形状、パターン性能が得られないことがわかる。

【０１３８】

つまり、それほど微細なパターンを形成しないのであれば、キズの問題はパターン性能に影響を与えないので気にすることはないが、本発明のように、吐出口径Φ２０μｍ以下の液滴噴射ヘッドにより、微粒子径が０．０００５μｍ～０．２μｍであるような微粒子を含有する溶液を噴射付与し、パターン形成を行うような場合には、吐出口部のキズは、パターン性能にとって致命的であるので、キズ

ができないような溶液および吐出口部材の組み合わせを選ぶ必要がある。すなわち、微細微粒子は吐出口を構成する部材よりやわらかい材料とする必要がある。

【０１３９】

なお実験では、丸形状のΦ２０μｍノズル（面積が約３１４μｍ^2）、Φ１５μｍノズル（面積が約１７７μｍ^2）、Φ１０μｍノズル（面積が約７９μｍ^2）を使用したが、噴射ヘッドのノズルとして他の形状（たとえば矩形等）のものを使用する場合には、その面積比較をすればよく、たとえば、１８μｍ×１８μｍのノズルが、本発明の丸形状のΦ２０μｍノズルと同等となる。言い換えるならば、本発明は面積が約３００μｍ^2以下のノズルを使用した噴射ヘッドで、このような溶液を噴射してパターン形成する場合に適用されるものである。

【０１４０】

以上の説明から明らかなように、本発明は、パターン配線基板あるいはデバイス基板を製作する技術であるが、数１０μｍ～数μｍという非常に微細なパターンを従来のようなフォトリソ技術によるのではなく、従来にはない微小な吐出口を有する噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を基板に直接噴射付与するという簡単な装置で、パターンやデバイスをダイレクト製作するようにしている。したがって、いわゆる半導体製造プロセスで使用されている高価な製造装置を必要とせず、低コストでかつ安定して製作できるようになった。

【０１４１】

【発明の効果】

吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、パターン配線基板あるいはデバイス基板を製造する液滴噴射製造装置において、微粒子の大きさを基板の表面粗さより微細とし、高精度なパターン形成を実現し、さらに微粒子の大きさと吐出口径を最適化し、目詰まりのない安定した噴射を実現するとともに、良好なドットを形成しやすい液滴を噴射、形成するようにし、吐出口材質と使用する微粒子の硬さを最適化したので、新規な手法による高精度かつ高品質なパターン配線基板あるいはデバイス基板を低コストでかつ安定して製作できるようになった。

【０１４２】

また、吐出口径がΦ２０μｍ以下の噴射ヘッドによって微粒子含有溶液の液滴を複数滴噴射付与し、パターン配線基板あるいはデバイス基板を製造する液滴噴射製造装置において、微粒子の大きさを基板の表面粗さより微細とし、高精度なパターン形成を実現し、さらに微粒子の大きさと吐出口径を最適化し、目詰まりのない安定した噴射を実現するとともに、機械的変位による作用力で液滴を噴射させるようにし、またその液滴の噴射速度を、基板と噴射ヘッドとの相対移動速度より速いようにするとともに、吐出口材質と使用する微粒子の硬さを最適化したので、新規な手法による高精度かつ高品質なパターン配線基板あるいはデバイス基板を低コストでかつ安定して製作できるようになった。

【０１４３】

また、上記のような液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子は、その大きさを基板の表面粗さより微細とするとともに、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、高精度なパターン形成を実現するとともに、このような新規な液滴噴射製造装置の噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、高精度なパターン配線あるいはデバイスを形成した基板を安定して製造できるようになった。

【０１４４】

また、上記のような液滴噴射製造装置に使用する微粒子含有溶液において、該微粒子含有溶液中の微粒子は、微粒子の大きさと吐出口径を最適化するとともに、その大きさを基板の表面粗さより微細とし、前記吐出口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、このような新規な液滴噴射製造装置において、目詰まりのない安定した噴射を実現するとともに、高精度なパターン形成を実現し、さらに噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、パターン配線あるいはデバイスを形成した基板を安定して製造できるようになった。

【０１４５】

上記のような液滴噴射製造装置に製作されるパターン配線基板において、形成されたパターン中の微粒子は、その大きさを基板の表面粗さより微細とし、吐出

口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、高精度なパターン形成を実現し、さらに噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、高精度かつ高品質な機能を付与されたパターン配線基板を安定して製造できるようになった。

【０１４６】

上記のような液滴噴射製造装置に製作されるパターン配線基板において、形成されたパターン中の微粒子は、微粒子の大きさと吐出口径を最適化するとともに、その大きさを基板の表面粗さより微細とし、吐出口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、目詰まりのない安定した噴射によって製造でき、かつ高精度なパターン形成を実現し、さらに噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、高精度かつ高品質な機能を付与されたパターン配線基板を安定して製造できるようになった。

【０１４７】

上記のような液滴噴射製造装置に製作されるデバイス基板において、形成されたパターン中の微粒子は、その大きさを基板の表面粗さより微細とし、吐出口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、高精度なパターン形成を実現し、さらに噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、高精度かつ高品質な機能を付与されたデバイス基板を安定して製造できるようになった。

【０１４８】

上記のような液滴噴射製造装置に製作されるデバイス基板において、形成されたパターン中の微粒子は、微粒子の大きさと吐出口径を最適化するとともに、その大きさを基板の表面粗さより微細とし、吐出口を構成する部材よりやわらかい材料よりなるようにしたので、目詰まりのない安定した噴射によって製造でき、かつ高精度なパターン形成を実現し、さらに噴射ヘッドの吐出口をキズつけたり、摩耗させたりして、その噴射性能劣化を引き起こすということが皆無となり、高精度かつ高品質な機能を付与されたデバイス基板を安定して製造できるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の液滴噴射製造装置によって形成されるパターン配線の一実施例を説明するための図である。

【図２】　本発明のパターン配線基板あるいはデバイス基板を製造する液滴噴射製造装置の一実施例を説明するための図である。

【図３】　本発明のパターン配線基板あるいはデバイス基板を製造する液滴噴射製造装置の他の実施例を説明するための図である。

【図４】　本発明のパターン配線基板あるいはデバイス基板の製造に適用される液滴付与装置を示す概略構成図である。

【図５】　本発明に好適に使用されるピエゾ素子利用の噴射ヘッドの液滴噴射原理を説明する図である。

【図６】　本発明に好適に使用されるピエゾ素子利用の噴射ヘッドの構造を示す図である。

【図７】　本発明に好適に適用されるサーマル方式（バブル方式）の液体噴射ヘッドの例である。

【図８】　マルチノズル型の液体噴射ヘッドをノズル側から見た図である。

【図９】　マルチノズル型の液体噴射ヘッドを噴射する溶液ごとに積層し、ユニット化した図である。

【図１０】　ユニット化したヘッドの斜視図ある。

【図１１】　本発明の液滴噴射製造装置によって、良好なパターン形成を行う条件を見出すために使用したテストパターンの例を示す図である。

【図１２】　本発明の液滴噴射製造装置に使用される噴射ヘッドで機械的変位による作用力で噴射した場合の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

【図１３】　本発明の液滴噴射製造装置に使用される噴射ヘッドで機械的変位による作用力で噴射した場合の他の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

【図１４】　膜沸騰気泡による作用力で噴射した場合の液滴飛翔形状の例を説明するための図である。

【図１５】　基板の表面粗さより大である微粒子を含有した溶液によってド

ットパターンを形成した場合の、微粒子と表面粗さの関係を模式的に示した図である。

【図１６】　基板の表面粗さ以下の大きさの微粒子を含有した溶液によってドットパターンを形成した場合の、微粒子と表面粗さの関係を模式的に示した図である。

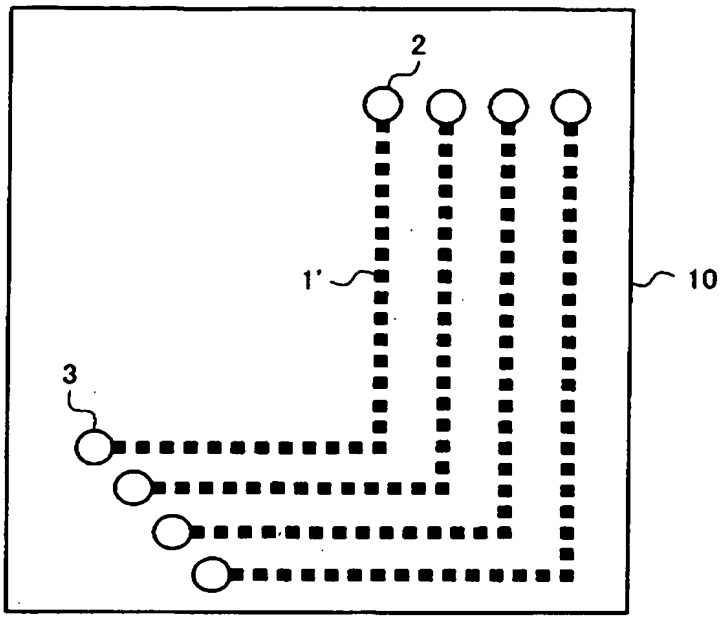
【符号の説明】

１…配線パターン、２，３…端子、１０…基板、１１…吐出ヘッドユニット（噴射ヘッド）、１２…キャリッジ、１３…基板保持台、１４…基板、１５…供給チューブ、１６…信号供給ケーブル、１７…噴射ヘッドコントロールボックス、１８…Ｘ方向スキャンモータ、１９…Ｙ方向スキャンモータ、２０…コンピュータ、２１…コントロールボックス、２２…基板位置決め／保持手段、３１…ヘッドアライメント制御機構、３２…検出光学系、３３…噴射ヘッド、３４…ヘッドアライメント微動機構、３５…制御用コンピュータ、３６…画像識別機構、３７…ＸＹ方向走査機構、３８…位置検出機構、３９…位置補正制御機構、４０…噴射ヘッド駆動・制御機構、４１…光軸、４２…素子電極、４３…液滴、４４…液滴着弾位置、４５…流路、４６…ピエゾ素子、４７…溶液、４８…ノズル、４９…フィルター、６５…ノズル、６６…発熱体基板、６７…蓋基板、６８…シリコン基板、６９…個別電極、７０…共通電極、７１…発熱体、７４…溝、７５…凹部領域、７６…溶液流入口、８１…サテライト微小滴、８２…素子電極（ＩＴＯ透明電極）、８３…ドットパターン、８４…微小滴、８５…微粒子、８６…基板表面。

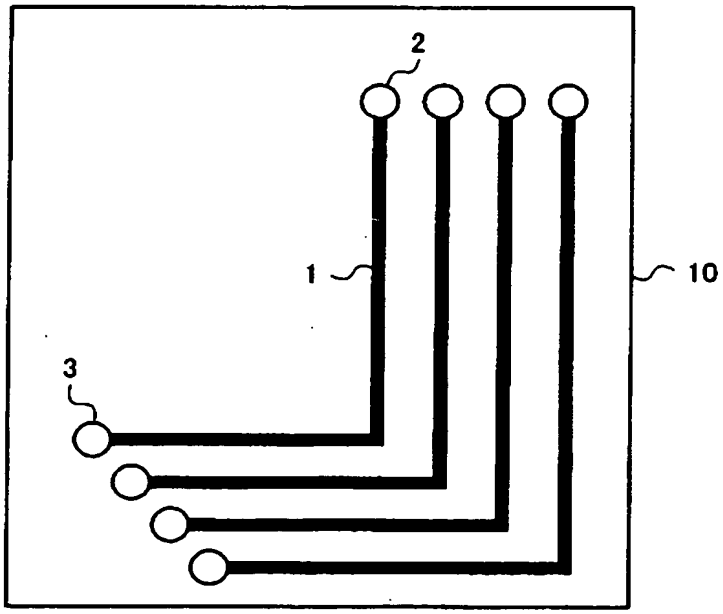
【書類名】　図面

【図１】

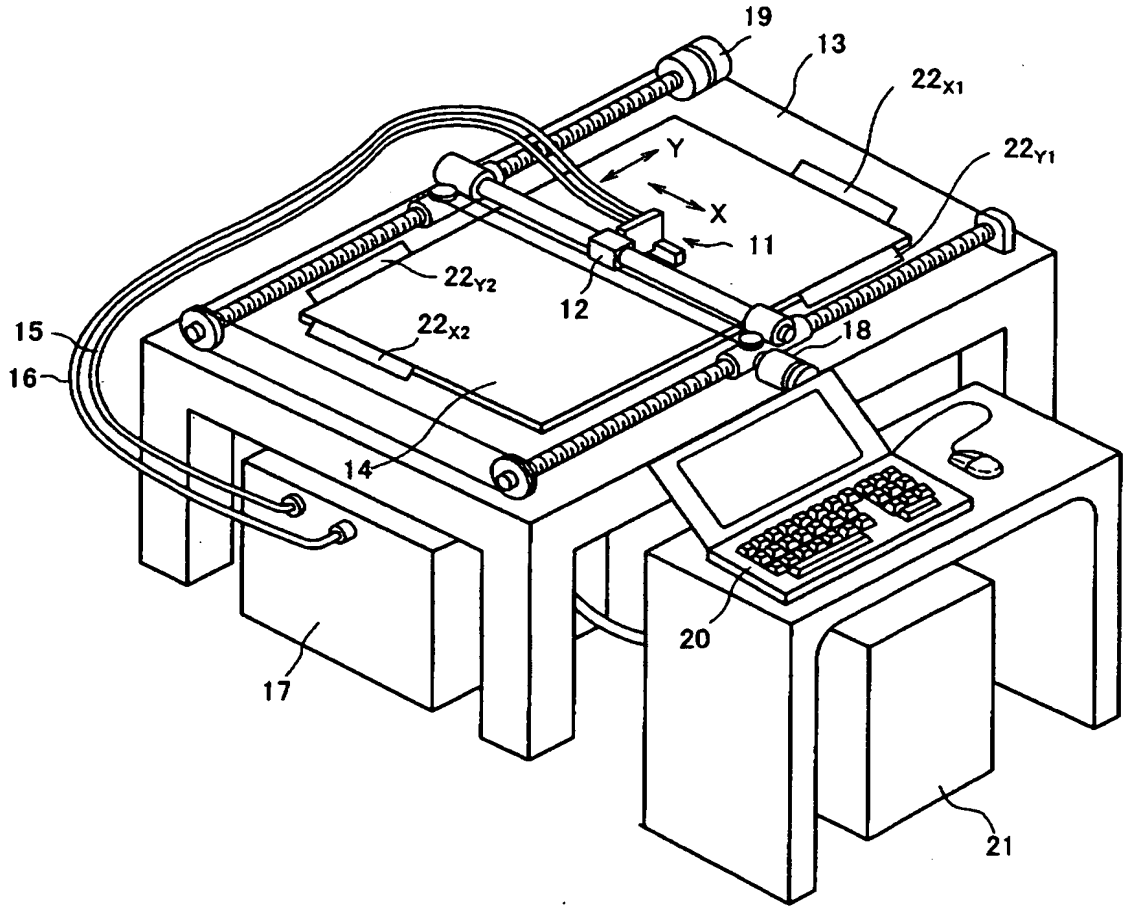
(A)



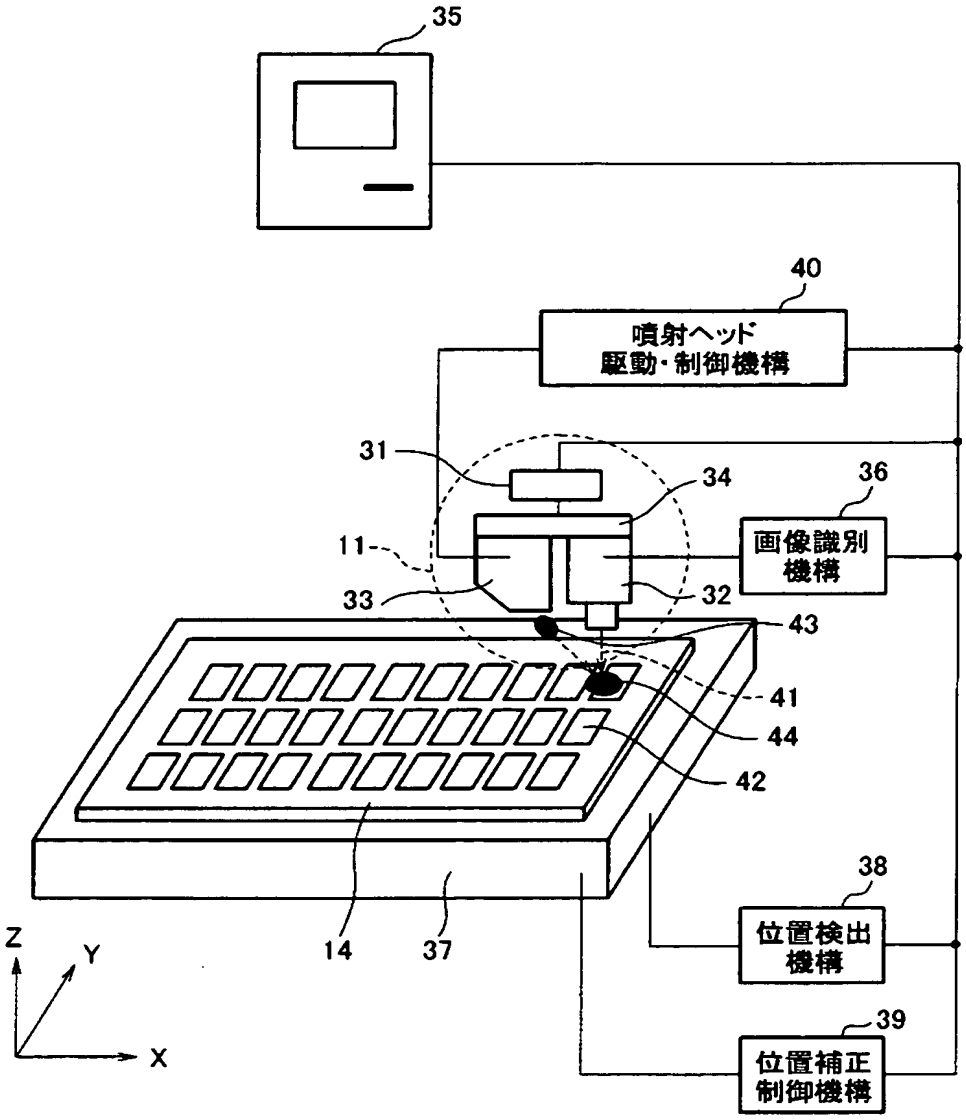
(B)



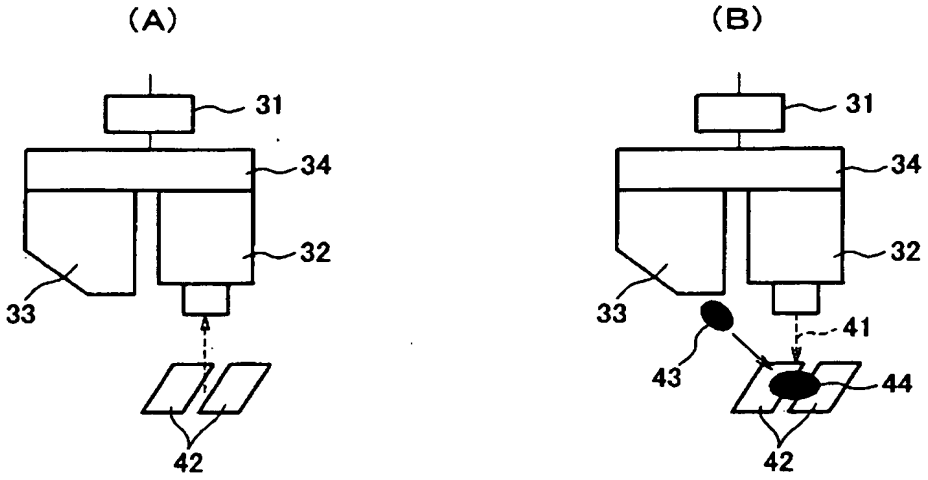
【図２】



【図３】

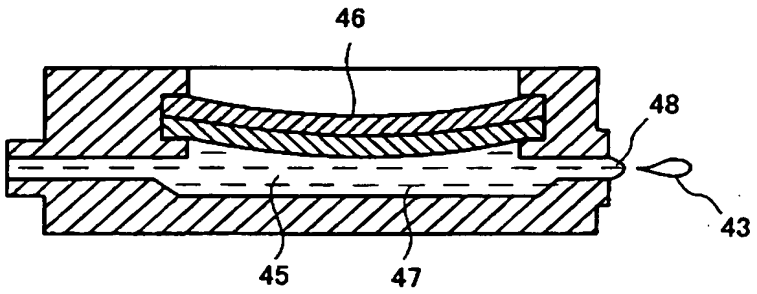

35
40
噴射ヘッド
駆動・制御機構
31
34
36
画像識別
機構
11
33
32
43
41
44
42
38
位置検出
機構
14
37
39
位置補正
制御機構
Z
Y
X

【図４】

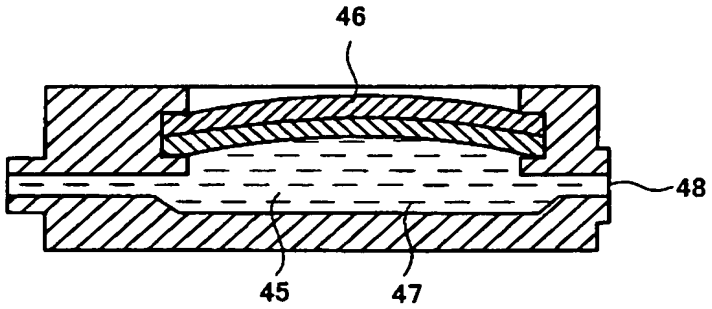


【図５】

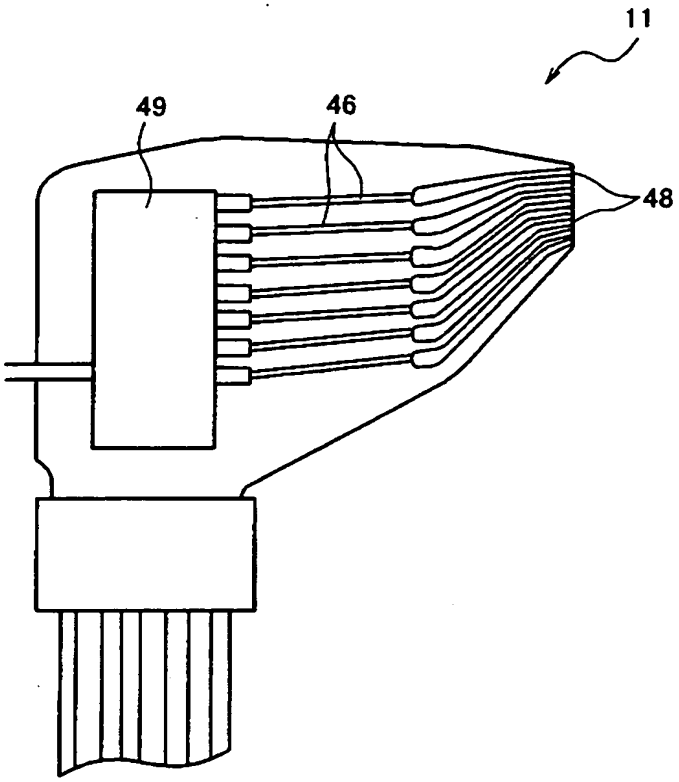
(A)



(B)

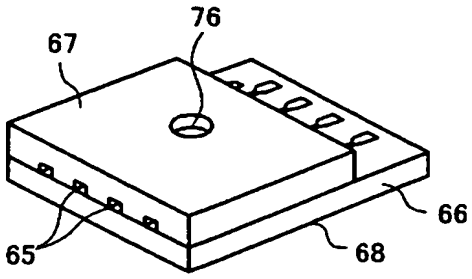


【図６】

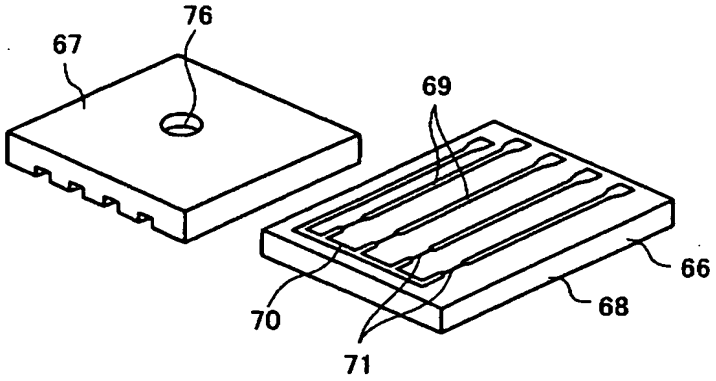


【図７】

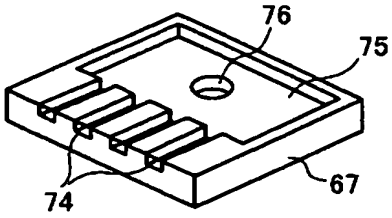
(A)



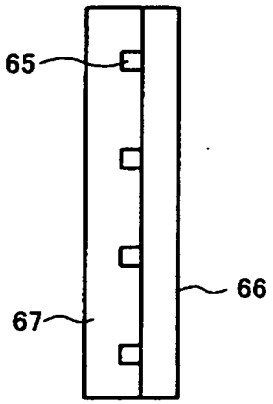
(B)



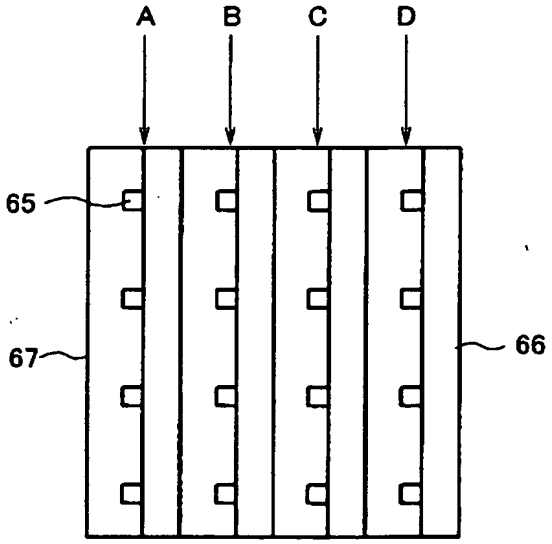
(C)



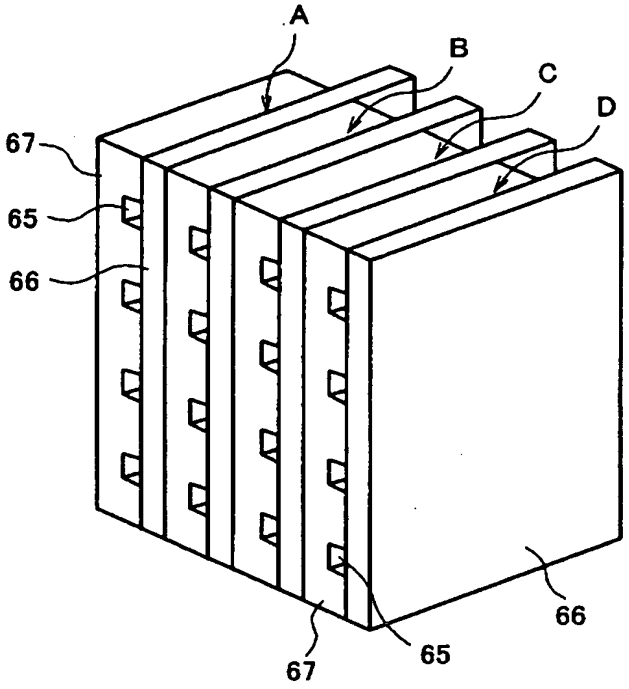
【図８】



【図９】

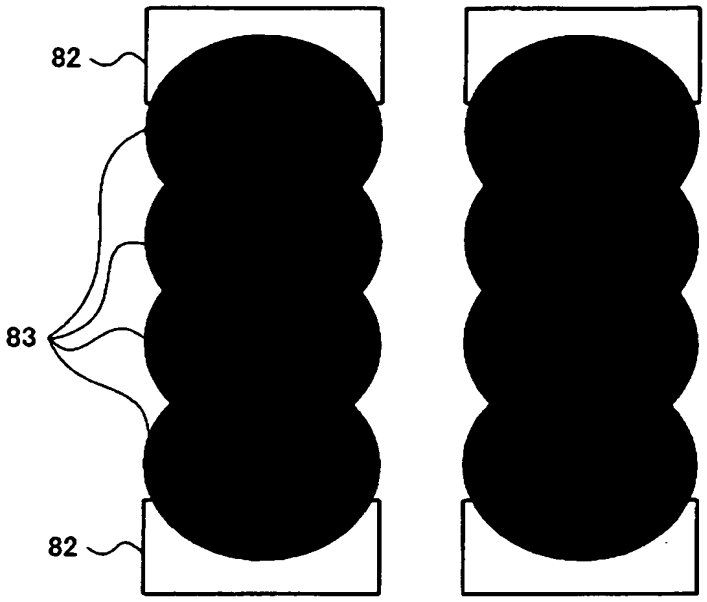


【図１０】

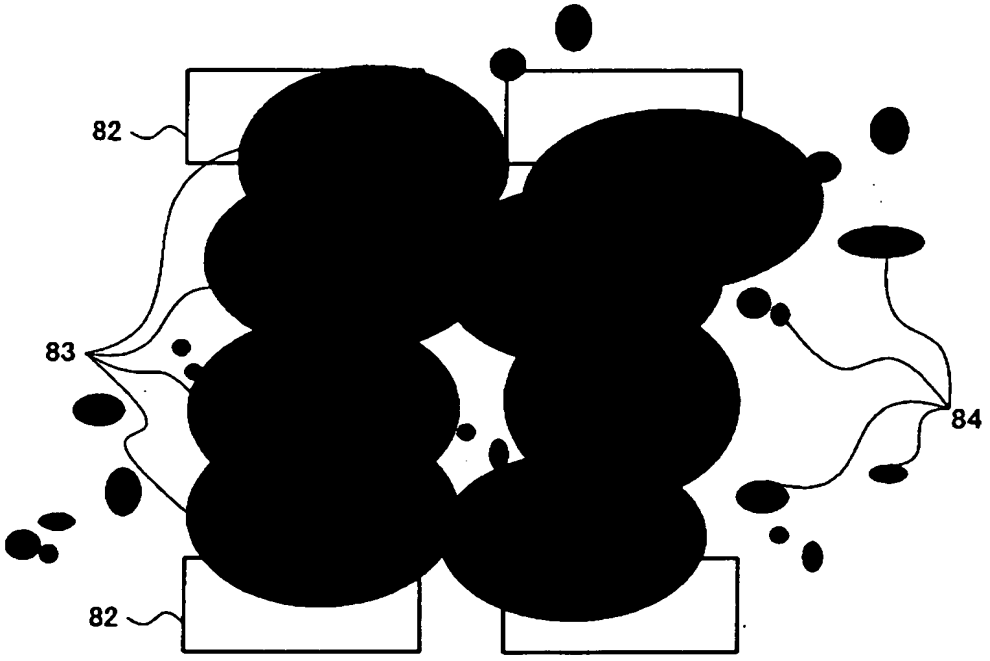


【図１１】

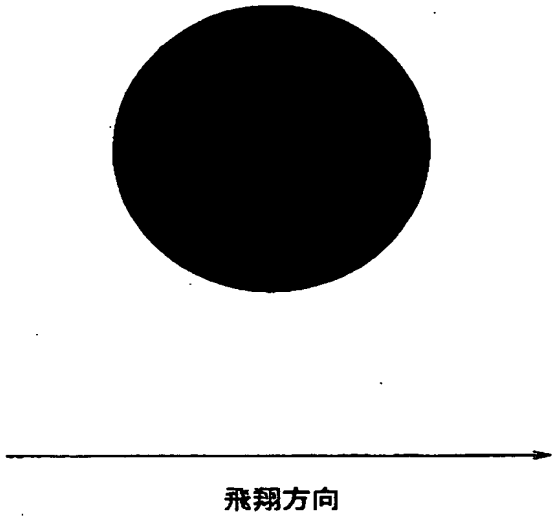
(A)



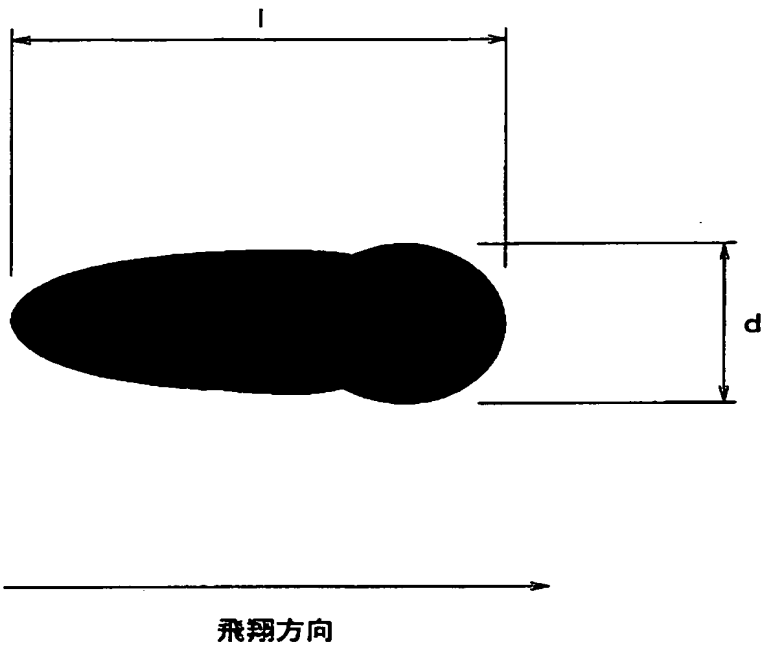
(B)



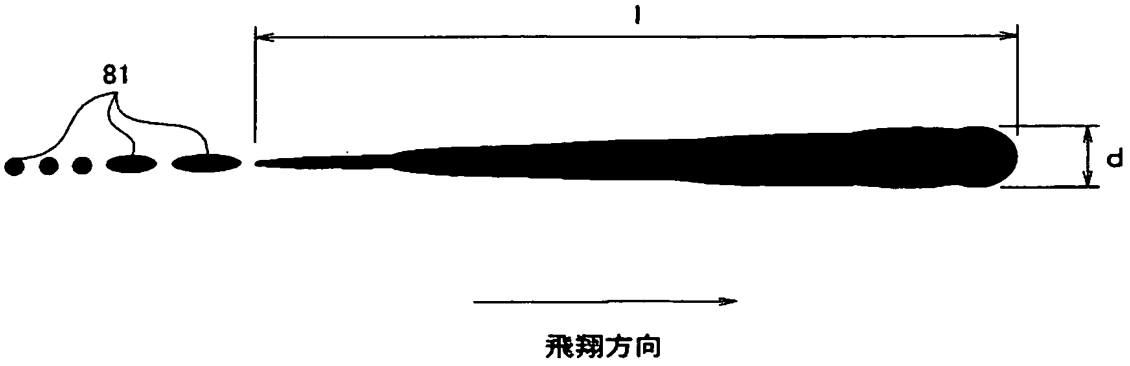
【図１２】



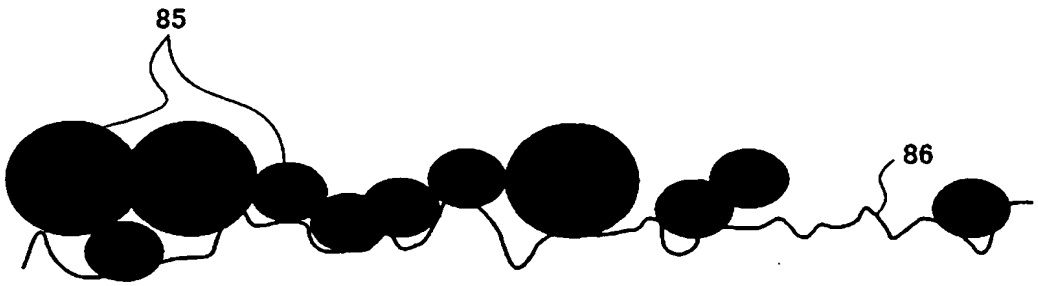
【図１３】



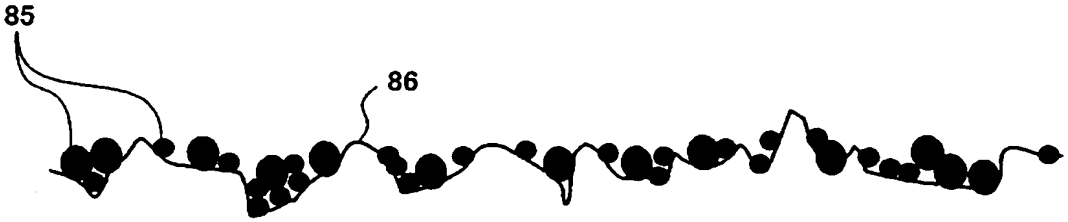
【図１４】



【図15】



【図16】



【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　高品質でかつ高精度なパターン配線基板あるいはデバイス基板を提供可能とする。

【解決手段】　液滴噴射装置は、噴射ヘッド１１によって微粒子含有溶液の液滴を基板１４に複数滴噴射付与し、基板１４上の通電領域にパターンを形成し、付与後の液滴の揮発成分を揮発させることによってパターン配線あるいはデバイスを形成する。ここで上記微粒子の大きさをＤｐ、吐出口径をＤｏとするとき、０．０００１≦Ｄｐ／Ｄｏ≦０．０１とする。また噴射ヘッド１１は、機械的変位による作用力で溶液を噴射させ、溶液飛翔時の形状を、飛翔方向に伸びた細長柱状であってその直径の３倍以内の長さとし、飛翔的後方に複数の微小な滴を伴わないようにする。そして吐出口は、微粒子含有溶液中の微粒子より硬い材質よりなる基板に形成された開口とする。

【選択図】　　図３

特願２００３－００９１８６

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００６７４７］

１．変更年月日　　２００２年　５月１７日
［変更理由］　　住所変更
住　所　　東京都大田区中馬込１丁目３番６号
氏　名　　株式会社リコー